

Treball de Fi de Grau

Grau en Enginyeria en Tecnologies Industrials

Suport multifuncional per la lectura i el treball

MEMÒRIA

Autor: Mireia López
Director: Joaquin Fernández
Convocatòria: Gener 2017



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona



Resum

El present estudi desenvolupa un model que resol la problemàtica de subjectar diversos objectes en diferents situacions preestablertes.

Per tal d'arribar a donar un model de proposta, primerament s'analitza de forma exhaustiva l'antropometria i ergonomia del usuari. S'estudien les mesures i els elements que intervenen amb aquest i els moviments del seu cos. D'aquesta manera s'aconsegueixen establir les mides generals a l'espai que haurà d'ocupar el suport a dissenyar.

D'altra banda, s'analitza l'estat de l'art de forma completa, per poder trobar els punts forts i limitacions dels dispositius existents que ja s'han dut a terme.

Amb aquests dos anàlisis es marquen les directrius del projecte (llista d'especificacions inicials) que ajuden a definir el lloc a l'espai que ha d'ocupar el suport i determinar les utilitats i funcionalitats que podrà assolir aquest.

La direcció que pren aquest projecte està composta per les següents etapes: un anàlisi inicial per establir les característiques de partida, un estudi formal de disseny amb varies propostes a ser comparades, l'elecció del model proposat per resoldre la problemàtica així com els materials i sistemes de fabricació que es podrien usar i, per acabar, s'analitzen els costos associats amb la gestió i fabricació d'aquest model.

Seguint aquesta metodologia s'ha arribat a un model proposat que compleix amb els requeriments del projecte, pensat per poder-se fabricar amb diferents materials, formes i metodologies (tant de fabricació com de futura decoració). Es tracta d'un model en el que basar-se per resoldre els requeriments inicials i és el punt de partida per obrir camí a uns aspectes no considerats fins ara en els productes existents del mercat.

Sumari

RESUM	3
SUMARI	4
1. PREFACI	7
1.1. Problemàtica.....	7
2. INTRODUCCIÓ	8
2.1. Objectius del projecte	8
2.2. Abast del projecte	8
2.3. Restriccions o límits del treball	8
3. ESTAT DE L'ART	10
4. ESPECIFICACIONS INICIALS	13
5. ERGONOMIA I ANTROPOMETRIA	15
5.1. Antropometria	15
5.2. Ergonomia postural.....	20
5.3. Mesures detallades.....	22
5.3.1. Portàtil.....	22
5.3.2. Llibre	22
5.3.3. Cadira	23
5.3.4. Taula.....	23
6. PREVI AL DISSENY	24
6.1. Disseny de superfícies.....	26
6.2. Especificacions	29
7. ESTUDI FORMAL	31
7.1. Primera proposta	31
7.2. Segona proposta	35
7.3. Tercera proposta	39
7.4. Comparativa propostes	45
8. MATERIALS I PROCESSOS DE FABRICACIÓ	48
8.1. Selecció del material i procés de fabricació per la base del suport	49
8.2. Selecció del material i procés de fabricació pel nexa del suport.....	51
8.3. Selecció del material i procés de fabricació per la pota del suport	53

9. PROPOSTA DEFINITIVA	54
10. PRESSUPOST	58
11. COMPARATIVA AMB ESTAT DE L'ART	64
CONCLUSIONS	67
BIBLIOGRAFIA	68
ANNEXES	69

1. Prefaci

Aquest projecte neix de la inquietud per a resoldre una necessitat real que es troba al dia a dia de qualsevol usuari, amb la finalitat d'utilitzar el resultat d'aquest projecte com a model a crear per ús personal i, segons les possibilitats, ús professional.

Aquest treball està pensat des d'un inici per crear un disseny centrat en el usuari, i és per aquest motiu que es pensa focalitzar gran part del treball en l'estudi d'adaptabilitat amb aquest. Ajustant-se a les seves mesures corporals, als possibles moviments que pugui tenir i les restriccions que puguin aportar els objectes que estan directament relacionats.

1.1. Problemàtica

Avui en dia, vivim en un context en el que, cada vegada més, per una gran part de la societat el treball no es queda a l'oficina i es traspasa a casa.

Tant si és per motius laborals o lúdics, sovint resulta una comesa complicada trobar la forma de fer les tasques en diferents situacions de forma correcta per la comoditat i salut corporal de la persona, ja sigui perquè no es té el material requerit o, en cas contrari, aquest no compleix amb els requisits i especificacions que l'usuari necessitaria.

2. Introducció

2.1. Objectius del projecte

Aquest treball té per objecte el de dissenyar un model de suport multifuncional per suportar llibres, ordinadors portàtils i tabletas, entre d'altres. El principal objectiu d'aquest disseny serà el compliment de l'ergonomia i antropometria del usuari, per tal d'assegurar la comoditat d'aquest i garantir la idoneïtat del producte.

Es tractarà, doncs, de donar una proposta de disseny que estigui dins del volum a l'espai que restringeixen tant les mesures del usuari com els moviments més comuns de totes les parts que estiguin amb contacte amb el suport.

Com a valor afegit, es tractarà d'acomplir amb les especificacions inicials extretes dels estudis que es realitzaran al llarg d'aquest projecte.

2.2. Abast del projecte

En primer lloc, aquest projecte es basarà principalment en resoldre d'una manera gràfica el lloc a l'espai que haurà d'ocupar per tal de garantir l'ergonomia del usuari.

En segon lloc, el procés de definició de les propostes es basarà en l'estudi formal d'aquests. Es faran diferents propostes de disseny formal per tal d'arribar al model proposat, a partir del qual es partirà.

Adicionalment, es farà un estudi dels materials i sistemes de fabricació de la possible proposta. Cal destacar, però, que aquesta proposta serà un model del qual es pot partir, no un disseny final tancat completament.

Per acabar, es realitzarà un disseny de proposta final amb el seu pressupost, extraient conceptes de temes comuns recentment, que podrien fer idònia aquesta idea.

2.3. Restriccions o límits del treball

Al crear un projecte és tant important saber els objectius i abast d'aquest com entendre les restriccions i límits del treball. D'aquesta manera, es té una visió general de en quin punt es troba la proposta i se sap des d'un inici les limitacions de les quals es parteix.

Primerament, en aquest treball es realitzarà un estudi antropomètric i ergonòmic per adults. Es considera, doncs, una limitació el fet de no donar resposta a qualsevol possible usuari d'aquest producte. Tot i així, cal dir que aquest treball dona un model de metodologia a seguir per tal de complir amb les especificacions. Tant és així, que es creu que seguint aquest anàlisi proposat amb l'estudi antropomètric d'altres usuaris es podria arribar a una solució factible.

Degut a que es pretén dissenyar un suport de mides relativament petites i amb esforços a suportar molt reduïts, no es realitzaran simulacions dinàmiques i estètiques. Tot i que es creu que seria interessant fer comprovacions amb aquesta metodologia, no formarà part de l'abast d'aquest treball.

Darrerament, no s'han tingut en compte altres elements complementaris que poden ser necessaris en alguns casos. En són dos exemples: adaptació de la taula a les necessitats de l'ús d'un ratolí o habilitar topes per evitar el desplaçament de l'objecte sostingut pel suport.

3. Estat de l'art

Per tal de tenir una primera imatge de com es troba el mercat d'aquest sector, es realitza l'estat de l'art. Es tracta de fer una investigació exhaustiva de tots els productes que es troben en el mercat, per poder trobar els seus punts forts i les seves limitacions.

Es basarà en aprofitar els punts forts dels productes ja existents i intentar, si es pot, millorar-los i cercar les seves limitacions per tractar de corregir-les.

A l'[annex 1](#) es pot trobar una taula comparativa dels productes cercats, dels quals n'hi ha quatre a destacar:

DISPOSITIUS EXISTENTS				
nº	Link	Foto	Limitacions	Punts forts
6	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=image&s&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjX2dTigLXPAhUDWxQKHd2VBAEQjRwi		1) No idoni per posar les cames al mig 2) Disseny poc estètic 3) No ajustable (alçada i inclinació)	1) Ventall de gadgets multifuncionals
13	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=image&s&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjX2dTigLXPAhUDWxQKHd2VBAEQjRwi		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Disseny estètic 2) Simplicitat 3) Es podria dividir en dues parts per poder posar les cames al mig
15	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=image&s&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjX2dTigLXPAhUDWxQKHd2VBAEQjRwi		1) No multifuncional 2) Disseny poc estètic	1) Disseny pràctic 2) Simplicitat 3) Ventilació 4) Doble pota - ideal per la seva principal funció 5) Ajustable (alçada i inclinació)
18	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=image&s&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewjX2dTigLXPAhUDWxQKHd2VBAEQjRwi		1) Disseny poc estètic 2) No ajustable (alçada i inclinació)	1) Simplicitat 2) Plegable 3) Pot incloure gadgets multifuncionals

Fig. 3.1. Taula resum de l'estat de l'art

Aquests quatre dispositius ja existents tenen les seves limitacions, com mostra la taula, però seguidament es veurà quins són els seus punts forts per tractar de dissenyar el suport multifuncional de la mateixa manera o molt similar, aprofitant aquestes idees que algú altre ha explotat i portat a la realitat amb el seu producte.

Els dispositius 13, 15 i 18 es basen en la simplicitat del producte, fet que faria més senzilla la fabricació i, en la majoria dels casos, l'usuari prefereix. Es tractarà, doncs, de fer un suport simple però que compleix-hi tots els requisits i especificacions inicials alhora.

El punt fort del producte 6 és la multifuncionalitat. Es tracta d'un dispositiu que inclou un ventall de *gadgets*, el que el fa idoni per tal de tenir un concepte de multifuncionalitat en ment i aportar-lo al suport.

El concepte estètic del producte 13 s'ha de tenir en compte. Es tracta d'un producte que fa de 'pota', basat en la senzillesa i practicitat. Es basa en un objecte pràctic que compleix la seva principal funció de la manera més simple i estètica possible. És per això que aquesta idea de 'potes' es tindrà en ment a l'hora de fer una de les propostes de disseny del suport, afegint-li possibles millores i fent-lo idoni per les especificacions.

El producte 15 aporta dos conceptes nous, que no hi són en els altres: fer-se ajustable i tenir ventilació. El fet de poder-se ajustar (tant l'alçada com la inclinació), és un requisit fonamental per tal d'acomplir els requisits inicials. Al tractar-se d'un suport multifuncional que es podrà utilitzar en diferents situacions (taula, cadira, sofà i llit), s'ha de poder ajustar per tal de donar una òptima solució en totes tres situacions.

També s'ha de tenir en consideració el fet d'aportar ventilació al suport. Es tracta d'un valor afegit, molt necessari en alguns ordinadors portàtils que existeixen en el mercat, degut a un sobreescalfament de l'artefacte.

Finalment, el producte 18 dóna una nova visió que es podria tenir en ment a l'hora de dissenyar el suport. Es tracta d'un artefacte que es pot plegar. Bé es cert que no hauria de ser un requisit indispensable del suport però en la situació que es viu avui en dia, en la qual es vol optimitzar al màxim l'espai, seria l'opció idònia per tal d'acomplir-ho. Es reduiria el seu volum substancialment, fet que ho faria més maniobrable i fàcil de transportar, alhora que útil per tenir a casa (optimitzant, així, l'espai de treball).

Si es cerca a [l'annex 1](#), es trobarà un gran ventall de productes ja existents. Els més destacables són els quatre esmentats anteriorment però, a més a més dels punts forts, cal destacar les seves limitacions. La gran majoria dels productes existents al mercat són productes que s'han de col·locar sobre una superfície plana o, en cas contrari, sobre les cames del usuari. Com s'ha comentat a la problemàtica del treball, es tracta de dissenyar

un suport que tracti de resoldre precisament això, per tal de garantir la comoditat i ergonomia d'aquest sobre qualsevol superfície.

Es tractarà de fer un suport multifuncional per la lectura i el treball, que es pugui usar sobre qualsevol superfície on es realitzi aquest (considerant que aquestes superfícies són: la taula, cadira, sofà i llit). Situacions en la que la gran majoria dels productes existents no es poden usar, per no ser ajustables, no tenir potes que ho permetin o no per no ser útils pel tipus d'objectes que aquest suport podrà subjectar (ordinadors portàtils i llibres, entre d'altres).

Tot i així, bé es cert que sí que hi ha productes que podrien acomplir aquestes situacions que s'esmenten. Però cal destacar de tots aquests que les seves limitacions són notables, per contra d'aquests punts forts (en són exemples els productes 18 i 19; dissenys poc estètics i, en el cas del producte 19, ocupa un volum exorbitant).

De forma resumida, com mostra la cerca de l'estat de l'art, ja n'hi ha molts productes, però es tractarà d'aprofitar els punts forts que puguin tenir tots ells, cercar les seves limitacions per tractar de corregir-les o eliminar-les i crear un producte innovador que resolgui la problemàtica principal del usuari en aquestes situacions esmentades.

4. Especificacions inicials

Un cop estudiat l'estat de l'art dels productes que hi ha ara mateix al mercat, es tractarà de definir les especificacions inicials del suport multifuncional per la lectura i el treball, afegint els punts forts que s'han trobat, a més a més dels que ja s'havien explicat als objectius del projecte.

L'especificació inicial d'aquest projecte es basa en resoldre el problema espacial que es troba. Es vol que resolgui totes les possibles opcions ergonòmiques que presenti el cos humà i que s'ajusti de forma idònia a les mesures del usuari.

Com s'ha comentat amb anterioritat, es tractarà de fer un suport que sigui ideal per usar sobre una taula, cadira, sofà i llit. D'aquesta manera resoldrà la problemàtica esmentada i podrà satisfer les necessitats del usuari. Haurà de ser també multifuncional, per poder subjectar qualsevol objecte de treball (ordinadors portàtils i llibres, principalment).

El concepte inicial de potes serà el del producte 13, basant-se en la seva simplicitat i estètica. Tot i que amb aquest concepte de potes no es pot ajustar l'alçada ni la inclinació, el primer disseny s'haurà de basar en dissenyar algun tipus de dispositiu perquè sí que pugui ser ajustable d'alguna manera.

Així doncs, com esmentat, l'alçada i inclinació ajustable són especificacions necessàries pel suport. Així com també ho és la seva estètica, punt cada cop més important degut a la gran competència de productes existents al mercat. Com regeix la llei de l'oferta i la demanda, quants més productes hi hagi al mercat, més oferta, lo que implica que la demanda sigui més rigorosa i exigent a l'hora de decantar-se entre un suport o un altre.

Punts extres de l'estudi que s'ha realitzat de l'estat de l'art són la ventilació i el fet de fer un suport plegable. No són en un principi requisits imprescindibles, però són valors afegits que se li podrien donar que faria revaloritzar el suport.

Finalment, al tractar-se d'un disseny centrat en el usuari, s'haurà d'ajustar a les seves mesures, sent lo més estable possible i complint les especificacions i requeriments que aquest requereixi, assegurant la seva comoditat i seguretat.

Per tal de tenir de forma resumida i clara quines són aquestes especificacions inicials, es nombren a continuació tots els punts esmentats amb anterioritat:

- Complir els requisits ergonòmics imposats
- Ideal per usar sobre taula/cadira/sofà/llit

- Multifuncional
- Simplicitat
- Ajustable (alçada i inclinació)
- Ventilació (opcional: valor afegit)
- Plegable (optimitzar l'espai)
- Capaç d'ajustar-se a les mesures del usuari

Aquest punt del treball, té una relació directa amb la creació dels dissenys formals del suport. Es dissenyaran les diferents propostes tenint totes aquestes especificacions en ment, tractant d'acomplir-ne el màxim possible i, així, poder comparar les propostes amb factors de valor com ho són aquests.

Cal recordar, que l'única especificació imprescindible serà la resolució de l'espai que l'ergonomia imposi. Tots els altres requisits seran valors afegits que se li donaran al suport que faran diferenciar una proposta d'una altra.

5. Ergonomia i antropometria

L'ergonomia és la ciència del treball: de les persones que ho fan i les formes en que ho fan, les eines i equipament que utilitzen, els llocs on treballen i els aspectes psicosocials de la situació de treball.

L'aproximació de l'ergonomia al disseny pot ser resumida en: *el principi de disseny centrat en el usuari*. Si un objecte, sistema o ambient està intencionat per l'ús de l'ésser humà, llavors el seu disseny hauria d'estar basat en les característiques físiques i mentals d'aquests humans.

Per poder entendre bé quines són les necessitats d'aquests humans fent referència al disseny, s'ha d'estudiar l'antropometria, branca de les ciències humanes que s'ocupa de les mesures del cos: particularment de les mesures de mida corporal, formes, forces i capacitat de treball. L'antropometria, doncs, és una branca molt important de l'ergonomia.

Pel suport multifuncional per la lectura i el treball es tractarà de fer-lo, com es diu en anglès: *“ergonomically designed”*. Un disseny funcional que sempre tingui en ment les necessitats de l'usuari i satisfaci els seus requeriments: ajustar-se a la mida del seu cos, eficiència funcional (mesurada en productivitat, execució de tasques, etc), facilitat per utilitzar l'aparell, comoditat, dificultat a trencar-se o espatllar-se, salut i seguretat i qualitat de vida laboral, entre d'altres.

És per això que, per tal d'aconseguir un suport que tingui un disseny centrat en el usuari, s'hauran d'establir dues fases en el que es fonamentarà el disseny preliminar: anàlisi de tasques i proves amb un usuari maniquí dissenyat amb SolidWorks.

En un primer anàlisi de tasques s'estudiarà l'antropometria en postura asseguda i l'ergonomia postural de treball. La següent fase d'aquest anàlisi de tasques es basarà en fer un estudi detallat de les mesures regulars de tots els elements que intervindran en el sistema: objectes com el *portàtil* i el *llibre*; la *cadira*, que aportarà restriccions d'espai a l'hora de situar les potes del suport exteriorment i la *taula*, que aportarà restriccions d'espai, també, amb la seva altura mitjana.

5.1. Antropometria

Seguidament, s'inclou una llista amb una descripció detallada de les dimensions del cos que fan falta per aproximar les mesures del disseny ajustades a les del cos humà. Un cop finalitzat aquest llistat, per tal de trobar quines serien les mesures idònies pel suport

multifuncional, es partirà d'un anàlisi estadístic realitzat de mesures preses amb gent de diversos països, sexes i edats.

- **Alçada, assegut (8):** distància vertical des de la superfície del seient fins la part superior del cap. Correcció de 10mm per roba gruixuda.
- **Alçada dels ulls, assegut (9):** distància vertical des de la superfície del seient fins els ulls (cantonada exterior de l'ull). Correcció de 10mm per roba gruixuda.
- **Alçada de les espatlles, assegut (10):** distància vertical des de la superfície del seient fins la part superior de l'espatlla. Correcció de 10mm per roba gruixuda.
- **Alçada del colze, assegut (11):** distància vertical des de la superfície del seient fins la part inferior del colze. Correcció de 10mm per roba gruixuda.
- **Gruix de la cuixa, assegut (12):** distància vertical des de la superfície del seient fins la part superior del teixit sense comprimir la cuixa, en el seu punt més gruixut. Correcció de 35mm per roba gruixuda.

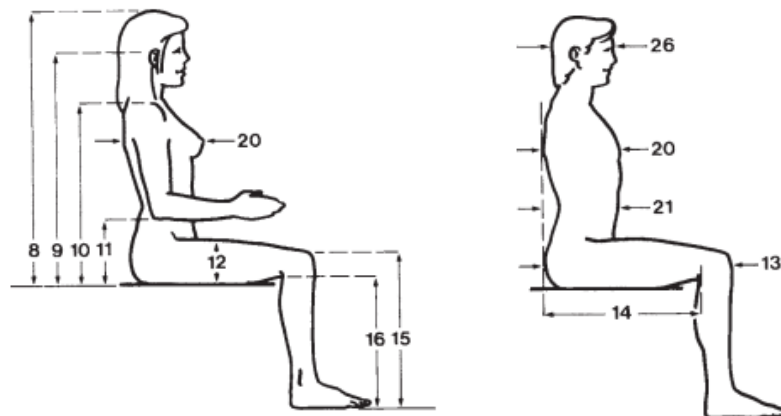


Fig. 5.1.1. Dimensions del cos assegut

- **Longitud natja-genoll, assegut (13):** distància horitzontal des de la part posterior de la natja sense comprimir fins la part davantera de la ròtula. Correcció de 20mm per roba gruixuda.
- **Longitud natja-poplità, assegut (14):** distància horitzontal des de la part posterior de les natges sense comprimir fins la poplità (part posterior del genoll).
- **Alçada del genoll, assegut (15):** distància vertical des de la superfície del terra fins la part superior del genoll. Correcció de 25mm per sabates d'home i 45mm per sabates de dona.

- **Alçada de la poplità, assegut (16):** distància vertical des de la superfície del terra fins la poplità (part posterior dels genoll). Correcció de 25mm per sabates d'home i 45mm per sabates de dona.
- **Amplada de l'espatlla (17):** distància horitzontal a través de les espatlles mesurats entre els muscles deltoides. Correcció de 10mm per roba fina i de 40mm per roba gruixuda.
- **Amplada del maluc, assegut (19):** distància horitzontal a través dels malucs en posició asseguda. Correcció de 10mm per roba fina, de 25mm per roba mitjana i de 50mm per roba gruixuda.
- **Profunditat del pit (20):** distància horitzontal màxima des del pla de referència vertical fins la part davantera del pit en els homes i de les mamelles en les dones. Correcció de fins 40mm per roba gruixuda.
- **Profunditat abdominal, assegut (21):** distància horitzontal màxima des del pla de referència vertical fins la part davantera abdominal en posició asseguda. Correcció de fins 40mm per roba gruixuda.
- **Longitud espatlla-colze, assegut (22):** distància des de l'acromi (part òssia superior de l'espatlla) fins la part inferior del colze en posició asseguda.
- **Longitud colze-dits, assegut (23):** distància des de la part posterior del colze fins la punta del dit mig en posició asseguda.

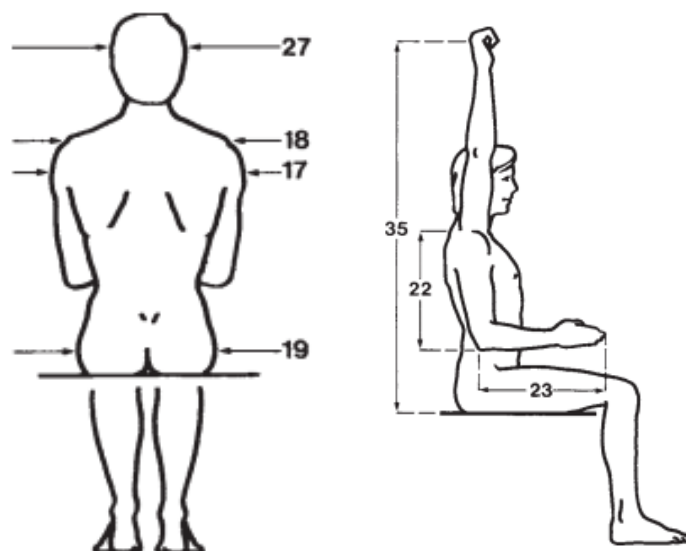


Fig. 5.1.2. Dimensions del cos assegut

Segons estudis realitzats a habitants britànics i estatunidencs d'edats compreses entre els 19 i 65 anys, s'estimen les dimensions dels punts estudiats al llistat anterior. A la taula 5.1.1 i 5.1.2 de l'annex es poden trobar les dimensions, fent la diferenciació entre homes i dones, amb percentils del 5, 50 i 95 (habitualment en ergonomia es sol moure's amb el percentil de 95). Aquests estudis són extrets del llibre *Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (bibliografia).

Com es tracta de fer un disseny totalment centrat en el usuari i es vol que la majoria de la població pugui utilitzar aquest suport multifuncional, s'agafaran les dimensions més restrictives possibles: dimensions més restrictives dels homes o dones amb un interval de confiança del 95%. És a dir, un 95% dels homes i dones tindran unes mesures més petites que les següents:

Dimensió	Mesura, perc. de 95 (mm)
8. Alçada, assegut	975
9. Alçada dels ulls, assegut	860
10. Alçada de les espatlles, assegut	655
11. Alçada del colze, assegut	295
12. Gruix de la cuixa, assegut	185
13. Longitud natja-genoll, assegut	650
14. Longitud natja-poplítia	555
15. Alçada del genoll	605
16. Alçada de la poblítia	495
17. Amplada de l'espatlla	515
19. Amplada del maluc, assegut	440
20. Profunditat del pit	300
21. Profunditat abdominal, assegut	330
22. Longitud espatlla-colze, assegut	400
23. Longitud colze-dits, assegut	515

Fig. 5.1.3. Taula amb dimensions del cos

Aquestes mesures reflectides a aquesta taula extretes de varis estudis, es faran servir per fer el disseny preliminar del suport multifuncional per la lectura i el treball. Disseny que complirà el requeriment imprescindible d'ajustar-se al cos del usuari.

Així doncs, es podrien resumir totes les dades i dimensions que s'han obtingut amb aquestes cerques, de la següent manera:

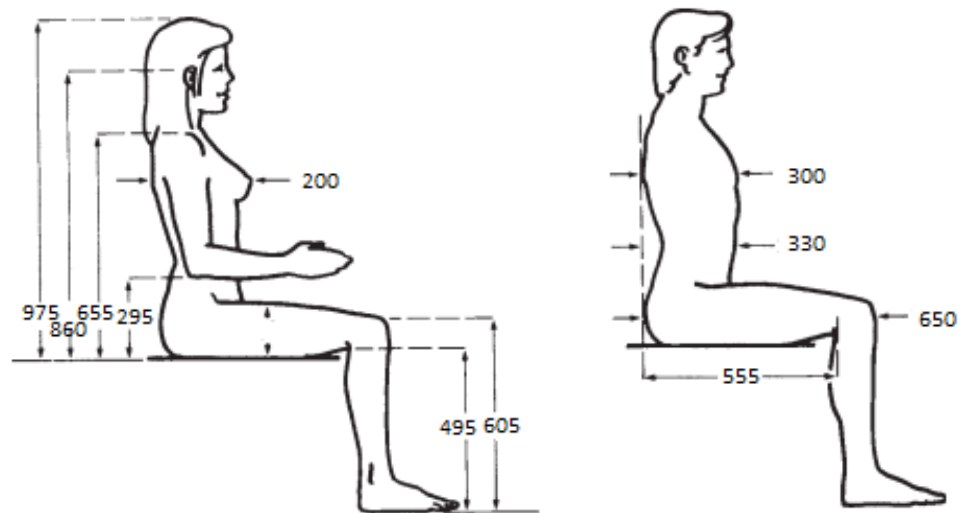


Fig. 5.1.4. Imatges amb dimensions mitjanes del cos

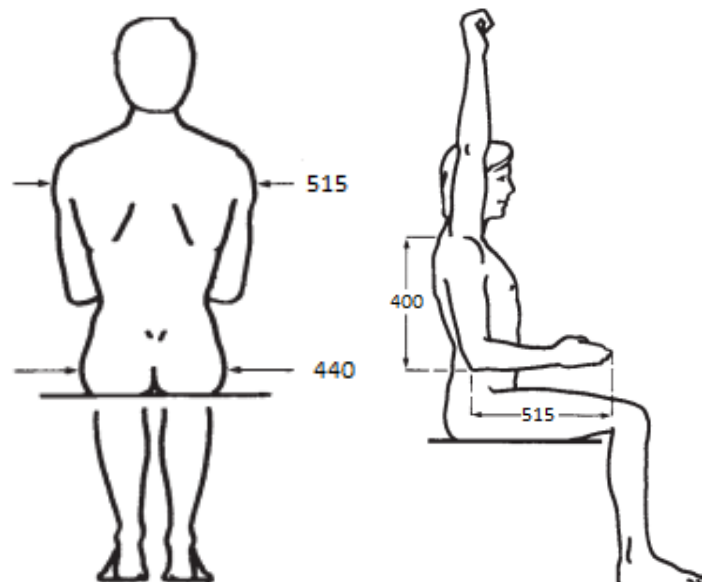


Fig. 5.1.5. Imatges amb dimensions mitjanes del cos

5.2. Ergonomia postural

L'ergonomia és una disciplina científico-tècnica i del disseny que estudia la relació entre l'entorn de treball (lloc de treball) i els qui realitzen el treball (els treballadors).

S'estudiarà les mesures i formes idònies per acomodar el suport; a més d'acomodar-se a la forma de l'usuari, fet estudiat a l'antropometria (punt 5.1). Hi ha certes mesures idònies per assegurar l'ergonomia de l'artefacte, i són les que s'estudiaran en aquest apartat.

- Ha d'haver-hi una distància mínima amb la pantalla del portàtil: entre 50 i 60cm. I un rang d'angles idoni on s'hauria de col·locar la pantalla: entre 30° i 45° , respecte l'horitzontal dels ulls i 35° respecte el pla vertical que passa pel mig dels ulls.

Aquestes mesures són les que s'han de complir, per assegurar una bona ergonomia, amb el cap totalment de forma horitzontal, sense cap angle de moviment d'aquest.

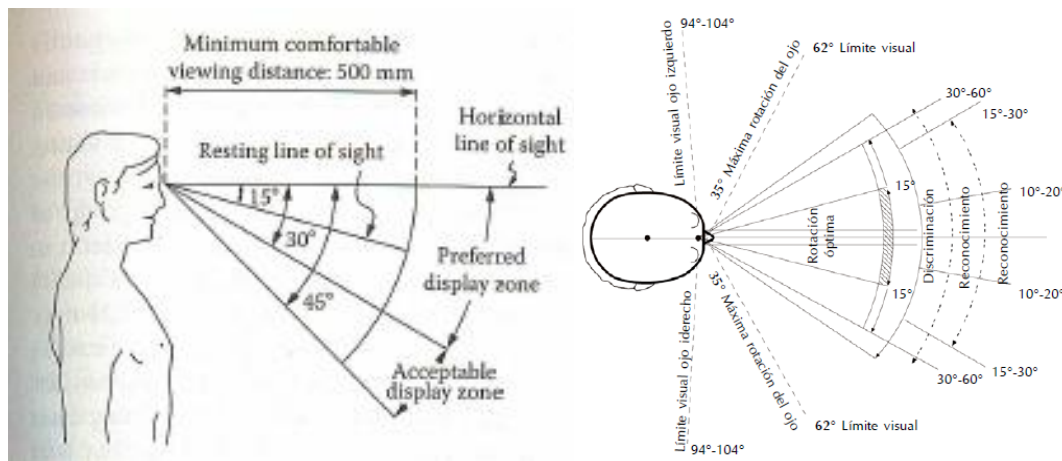


Fig. 5.2.1. Distàncies i angles mínims de visió recomanats

- S'ha de considerar, doncs, els possibles angles de moviment que es pot donar al cap. Hi ha angles de flexió i extensió, laterals i de rotació.

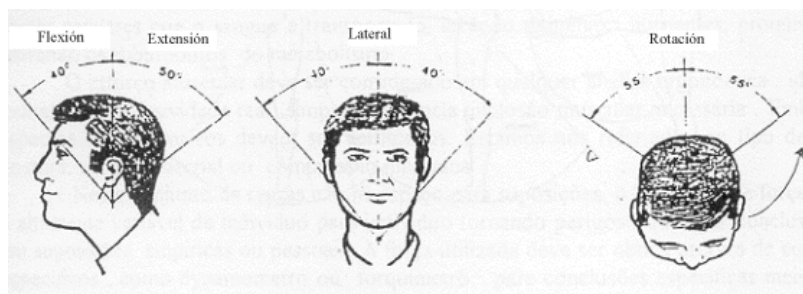


Fig. 5.2.2. Moviments possibles del cap

- Ha d'haver-hi una distància mínima entre l'usuari i la zona de treball: 35-45cm. I una distància mínima, també, entre el tronc de l'usuari i la zona on es localitzarà el ratolí i teclat: 55-65cm.

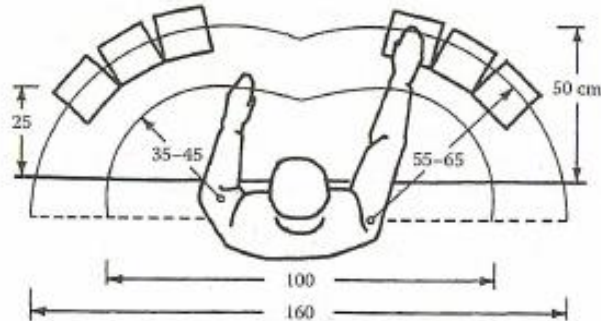


Fig. 5.2.3. Distàncies mínimes tronc-mà recomanades

Hi ha estudis (angles de confort de Grandjean) que especifiquen els angles òptims posturals, tant de braços (colze i espatlla) com de cames (fèmur i extensió de la cama):

- Els angles de flexió i extensió del colze haurien d'estar entre: 80° i 160°.
- Els angles de flexió i extensió de les espatlles haurien d'estar entre: -15° i 35°.
- Els angles d'abducció i extensió del colze haurien d'estar entre -40° i 60°.
- Els angles d'extensió i flexió del fèmur haurien d'estar entre 90° i 110°.
- Els angles de flexió i extensió de la cama haurien d'estar entre: 95° i 120°.

A la imatge de continuació es pot veure gràficament quins són els angles mencionats de confort postural:

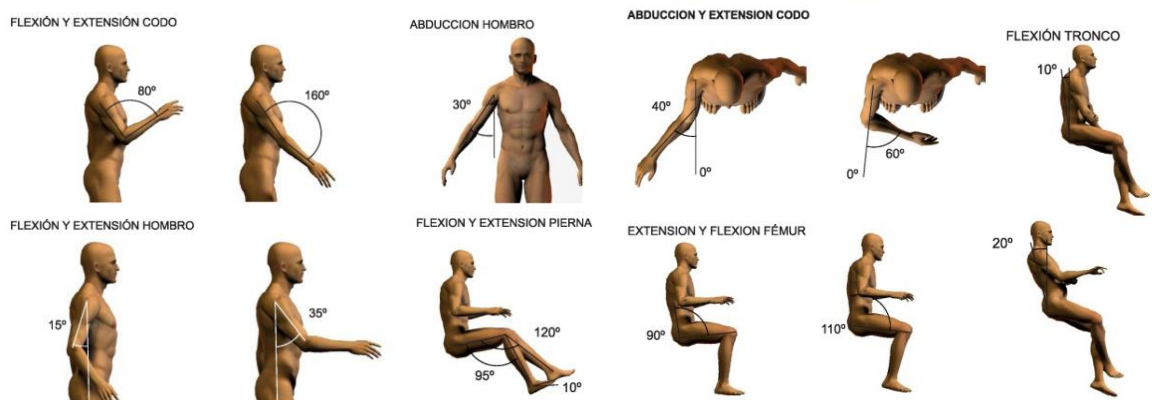


Fig. 5.2.4. Angles de confort de Grandjean

5.3. Mesures detallades

En aquest apartat es tractarà de detallar i concretar les mesures de tots els elements que intervindran en el sistema. D'aquesta forma, juntament amb les consideracions extretes de l'antropometria i l'ergonomia postural, es podrà iniciar el disseny preliminar del suport multifuncional, tenint en ment totes les restriccions que aporta aquest apartat (5).

Per tal d'especificar les restriccions inicials del disseny del suport, es considerarà que el suport suportarà a sobre únicament objectes que aportin ells mateixos la superfície plana. És a dir, es dissenyarà el suport de tal forma que l'objecte en qüestió que es situï sobre seu sigui qui té la pròpia superfície per tal de subjectar-lo correctament.

Principalment, doncs, es considerarà que aquests objectes seran: portàtils i llibres.

5.3.1. Portàtil

Es pot considerar que les mesures mitjanes de pantalla d'ordinadors portàtils estan entre 14" i 16", el que correspon a uns 35-40cm de diagonal de pantalla.

Tot i així, per tal de garantir que tots els portàtils, o quasi bé tots, puguin cabre sobre el suport, s'ha fet un estudi de mercat per trobar el portàtil amb mesures més grans possibles. Aquest és el cas del portàtil amb marca ASUS, de 18", uns 45cm de diagonal; amb un pes de 4,1Kg.

Es tractarà de que el suport multifuncional tingui les mesures idònies per tal de garantir que aquest portàtil pugui cabre i que aguantí el seu pes. En cas de que el suport aguantí aquest portàtil, es considerarà que podria subjectar-ne qualsevol altre.

5.3.2. Llibre

Les mesures dels llibres seran molt diferents. És per això que es vol estudiar quin és el cas de llibre més gran, com l'ordinador portàtil (dins d'un rang predeterminat, ja que es tracta de fer un suport lleuger).

Degut a això, es considera que les dimensions d'un llibre de text seran les més grans que es posaran a sobre d'aquest suport. Aquestes són de: 42x30cm quan el llibre està completament obert.

El suport, doncs, haurà de complir les especificacions d'aquestes mesures i permetrà que un llibre de text i, consegüentment, tots els llibres hi puguin cabre.

5.3.3. Cadira

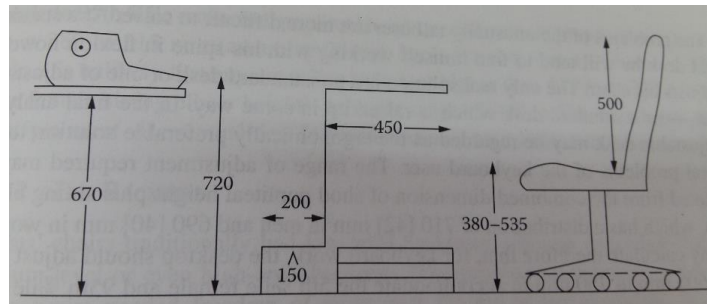


Fig. 5.3.3.1. Mesures idònies cadira

La cadira forma una part important del sistema, ja que pot comportar unes restriccions d'espai a l'hora de situar les potes de forma exterior a les cames. A més, també pot implicar restriccions amb l'alçada d'aquesta.

El rang d'alçades mitjanes de la base de la cadira ha de ser: 38-53,5cm.

A més, la base de la cadira és d'uns 40-50cm.

5.3.4. Taula

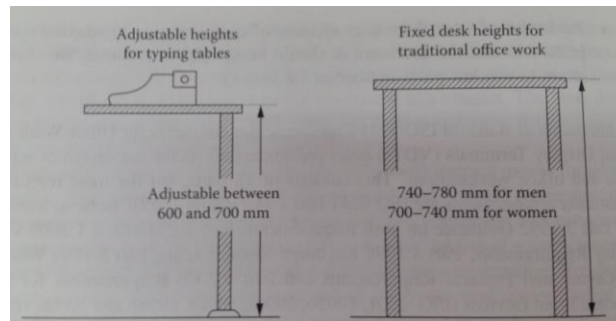


Fig. 5.3.4.1. Mesures idònies taula

Igual que la cadira, la taula pot comportar restriccions al sistema per les seves diferents utilitats. Hi ha dos tipus a destacar: taula amb alçada ajustable o taules fixes (entre 60 i 80 cm seria l'ídoni).

Tant l'ergonomia com l'antropometria tracten d'estudiar quines mesures, formes i dimensions del disseny del suport serien les idònies per tal de satisfer les necessitats del usuari: aproximar-se i acomodar-se a les mesures i formes del usuari i, així, garantir la comoditat d'aquest.

Amb aquest apartat (5) com a base, s'iniciarà el disseny preliminar del suport.

6. Previ al disseny

Per tal de simular les proves amb un usuari real, s'ha usat un maniquí de persona dissenyat amb SolidWorks. Tot i que aquest maniquí no té exactament les mateixes mesures extrems de l'apartat de [l'antropometria](#), es consideren molt similars, per lo que es donaran per vàlides.

Seguidament s'inclouen dues imatges per poder exemplificar les diferències que hi ha entre la versió extrema de l'antropometria i les mesures del maniquí:

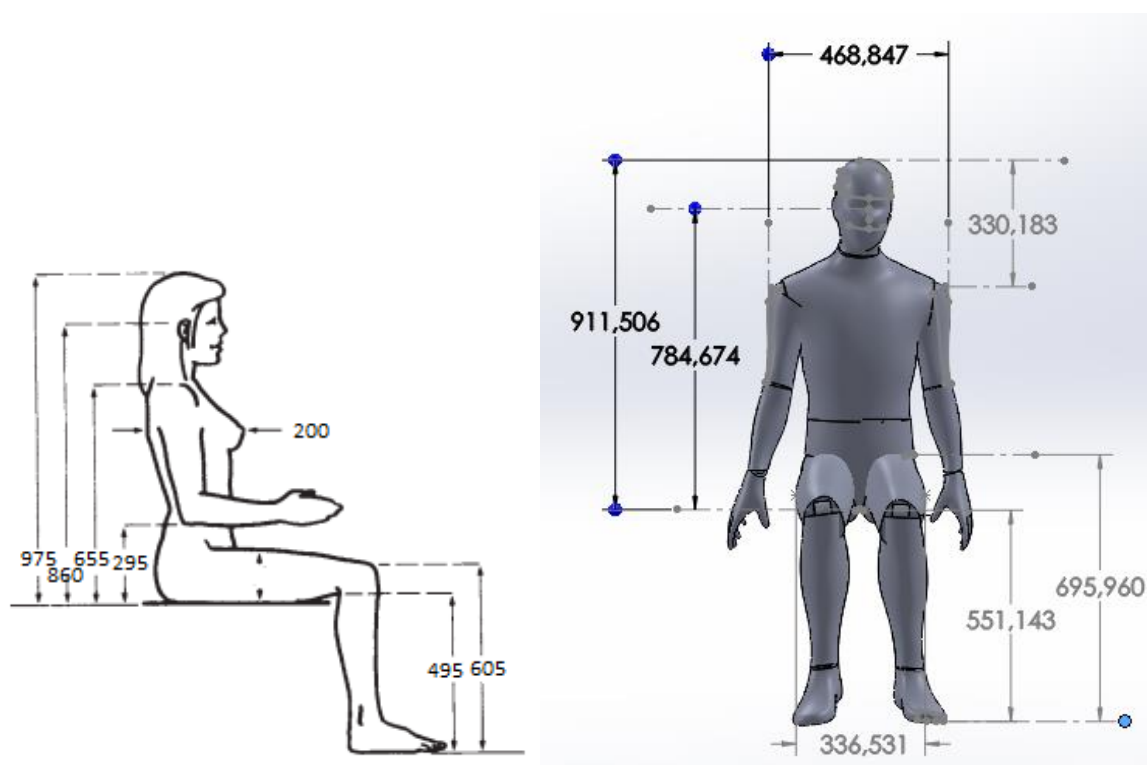


Fig. 6.1. Diferències entre l'antropometria extrema d'estudis i les mesures del maniquí usat

Així doncs, se l'ha col·locat de forma que es trobi assegut i estirat, simulant les dues posicions en les que es vol resoldre el problema inicial.

Es col·loquen els braços de forma estirada i recollida, d'igual forma que la figura 5.2.3., que indica les mesures mínimes tronc-mà recomanades.

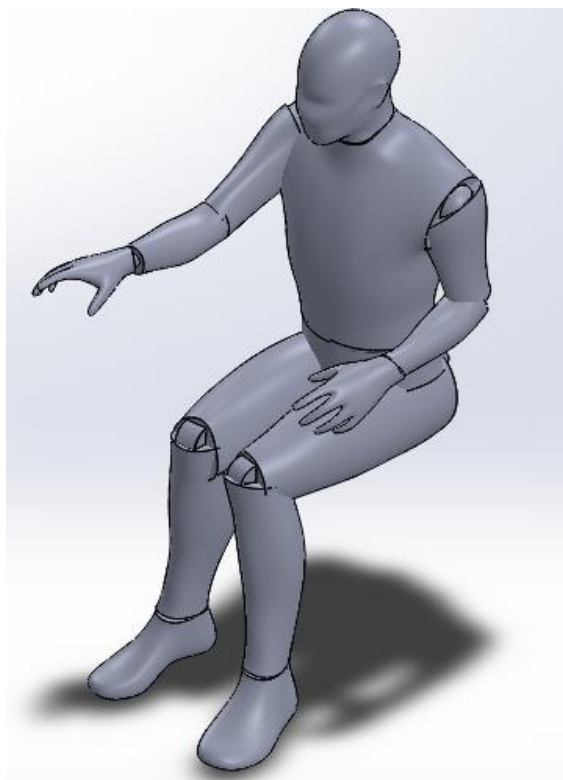


Fig. 6.2. Figura maniquí de forma asseguda

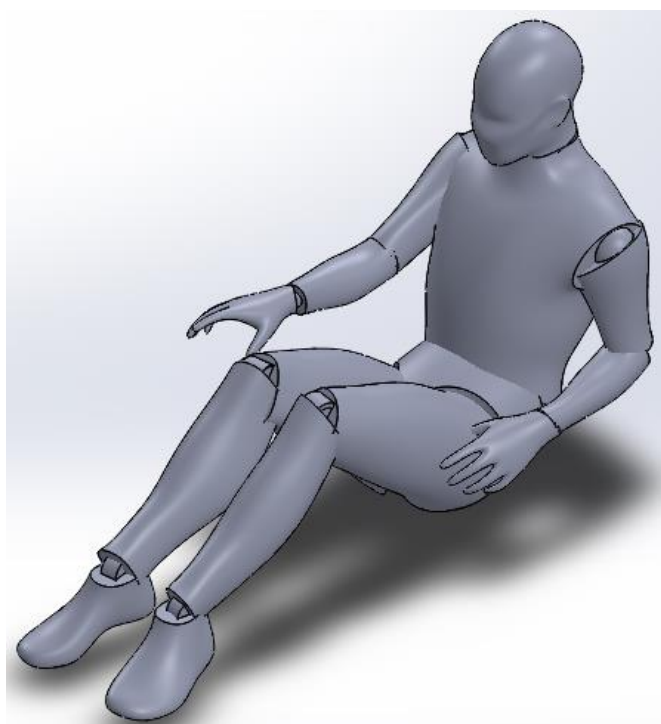


Fig. 6.3. Figura maniquí de forma estirada

6.1. Disseny de superfícies

Amb els requeriments i restriccions que comporta tot l'estudi antropomètric i ergonòmic, es farà un disseny de superfícies per tal d'establir quines serien les mides idònies del suport.

Primerament, s'ha creat l'espai de visió amb els angles indicats a l'apartat anterior (figura 5.2.1. i 5.2.2.):

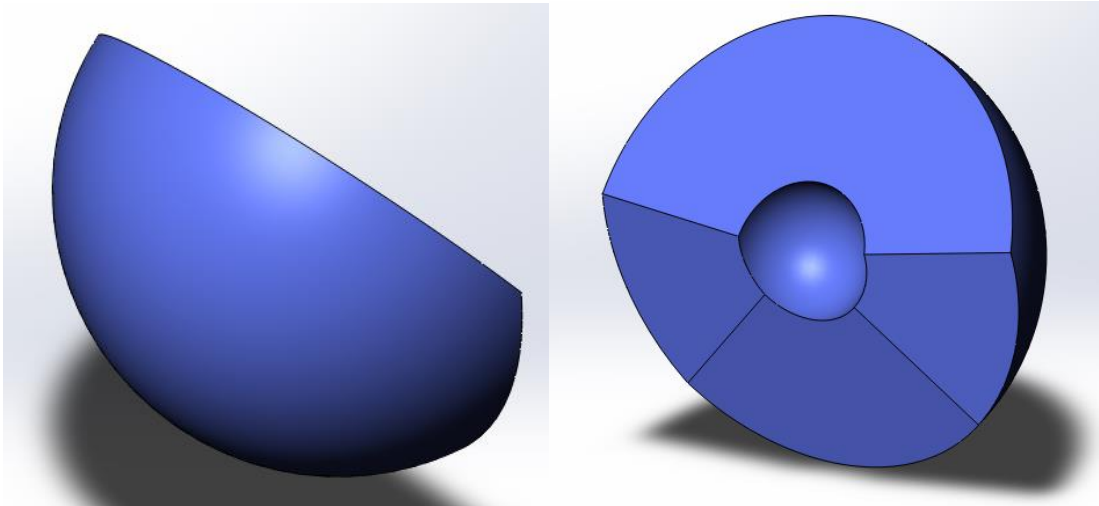


Fig. 6.1.1. Imatge del lloc a l'espai que imposa la visió

Es tracta d'una espècie d'esfera dissenyada amb els angles de 30° respecte la vertical i 45° respecte l'horitzontal - angles màxims de rotació ocular que permeten una visió correcta en aquesta postura. S'ha tingut en compte, també, la distància que s'ha d'acomplir per una visió confortable (de 500 mm) i s'imposa una distància mínima a partir de la qual es pot assolir a veure l'objecte disposat davant (200mm). A més a més, s'ha previst el possible moviment del cap; exemplificat en angles de rotació, flexió i extensió.

S'ha creat el moviment previst dels braços amb els angles i distàncies imposats (figures 5.2.3 i 5.2.4).

Aquesta superfície del moviment dels braços s'ha creat horitzontalment amb les distàncies de 350mm i 650mm, distàncies mínimes i màximes del moviment del braç (punt on es trobaria la ma). I de forma vertical, s'ha agafat com a base la imatge 5.2.4, en la que es posa de manifest l'angle de 80° i 160° respecte la part superior del braç i les inclinacions laterals màximes dels braços de 40° i 60° .

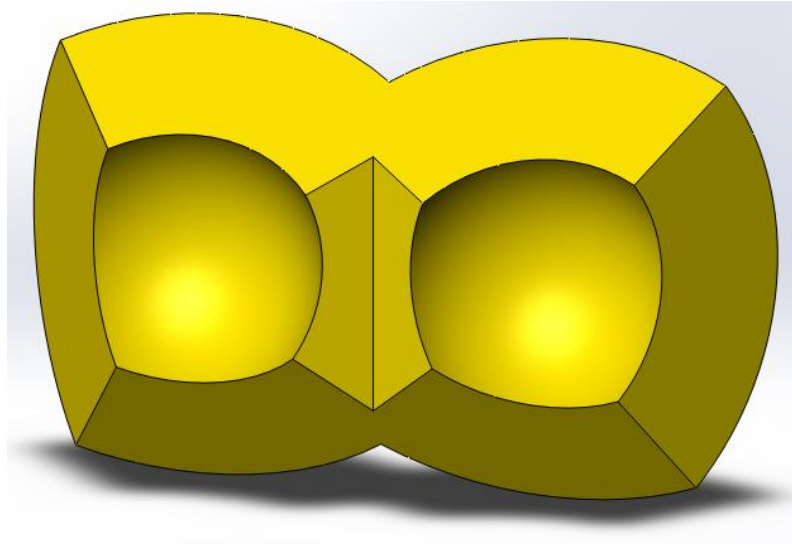


Fig. 6.1.2. Imatge del lloc a l'espai que imposa el moviment de braços

Finalment, s'ha creat una croquis del moviment de cames en la posició del maniquí estirat. S'ha basat en el moviment òptim de les cames que es pot veure a la figura 5.2.4. d'angles d'entre 90° i 120° , amb les mesures de distàncies de les cames extrems de l'antropometria.

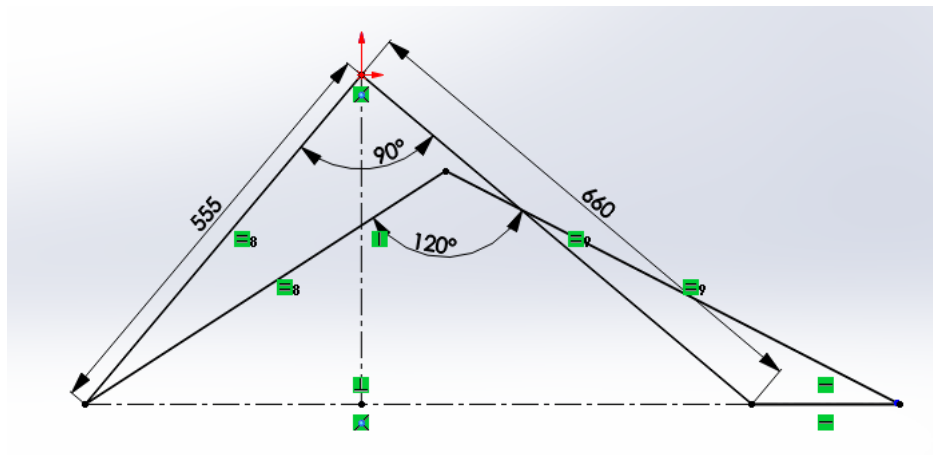


Fig. 6.1.3. Croquis de la superfície que imposa el moviment de cames

En les següents imatges es mostra la figura del maniquí tant de forma asseguda com estirada, juntament amb la superfície que restringeix l'espai de visió i el moviment dels braços estudiats:

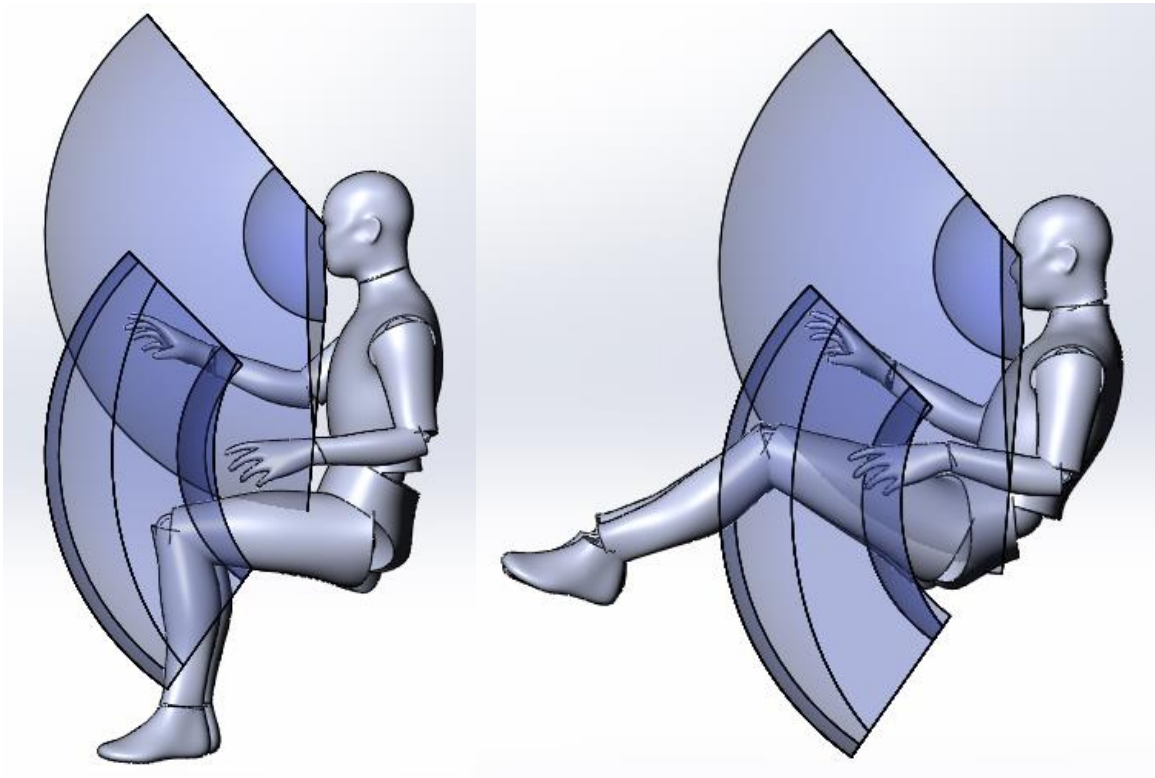


Fig. 6.1.4. Figura maniquí asseguda i estirada amb l'espai de visió i moviment de braços restringint l'espai

Els plànols de les dues superfícies (espai de visió i lloc a l'espai dels braços i les mans) es troben a l'annex complementari del treball.

Per tal d'entendre quin lloc a l'espai ha d'ocupar el suport multifuncional, es tractarà de trobar la intersecció de les dues superfícies (espai de visió i moviment de braços). D'aquesta manera, podrem comprovar que el suport compleix l'ergonomia i antropometria si es troba, en gran part, a la superfície de intersecció. Això es mostrarà a cada proposta de disseny, comprovant, així, la seva idoneïtat per resoldre el principal requisit: compliment de l'ergonomia.

Seguidament es mostren dues imatges del maniquí de forma asseguda i estirada juntament amb la intersecció de les dues superfícies, per veure de forma gràfica quin lloc a l'espai haurà d'ocupar l'artefacte i iniciar el disseny formal del suport multifuncional. Comprovant, així, que cada proposta compleix amb l'ergonomia i antropometria del usuari.

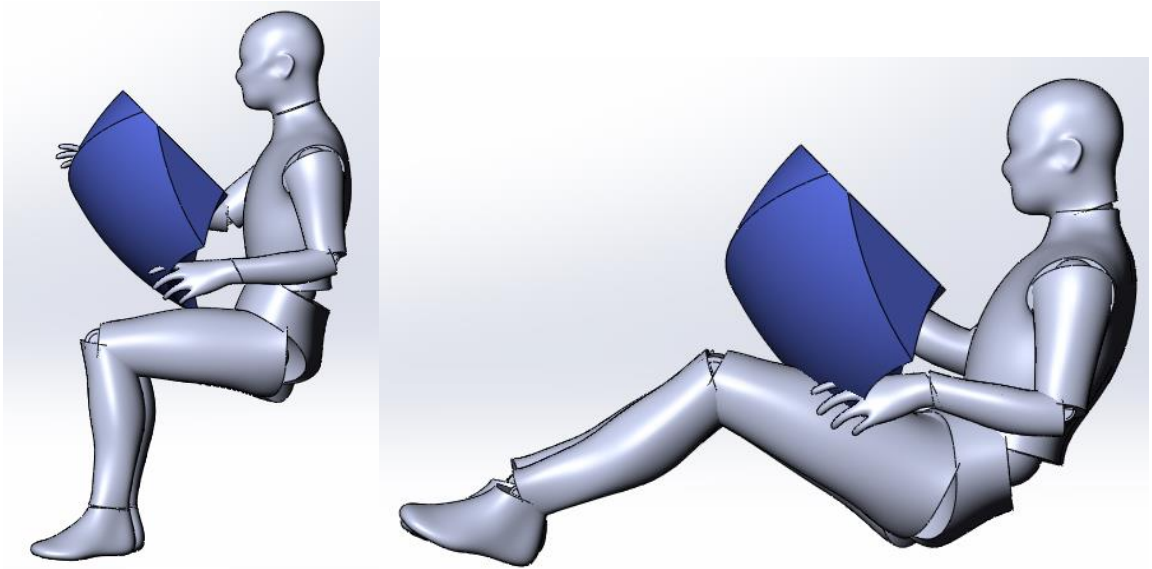


Fig. 6.1.5. Figura maniquí de forma asseguda i estirada amb la intersecció entre l'espai de visió i el moviment dels braços

6.2. Especificacions

Com s'ha esmentat a les especificacions inicials, l'objectiu final d'aquest projecte és crear un artefacte nou que resolgui l'ergonomia. És a dir, dissenyar un suport tal que compleix-hi les mesures de l'espai que indica l'ergonomia estudiada fins ara, que s'ajusti a les mesures corporals del usuari i que, en la mesura de lo possible, aportí valors afegits estètics i funcionals extres.

Per tal de simplificar la resolució del problema, es tractarà de separar el suport en diferents peces per tal d'optimitzar el disseny de cadascuna i, en acabar, dissenyar la o les peces d'unió que es requereixin per tal d'assemblar correctament les diferents peces que composin el suport.

Des d'un inici, es vol resoldre el problema en les situacions següents: assegut al sofà, assegut a la cadira, taula i estirat al llit. Com es menciona a l'apartat 5.3. del treball, la cadira i la taula comporten certes restriccions d'espai. La més restrictiva és la de la cadira, degut a la impossibilitat de col·locar les potes del suport exteriorment per la falta d'espai.

És per això que, des d'un inici, es considera imprescindible crear les següents peces per dissenyar correctament el suport multifuncional:

- Base
- Potes exteriors

- Pota interior

A les imatges següent es veuen les tres situacions en les que es farà l'estudi exhaustiu:

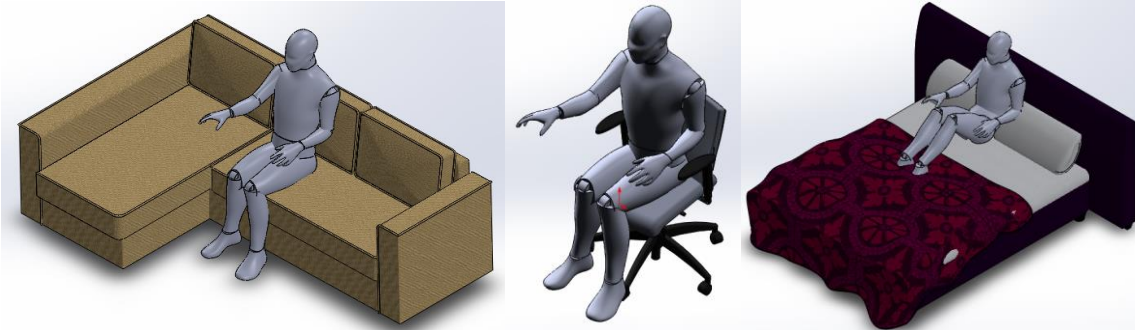


Fig. 6.2.1. Figura maniquí de forma asseguda i estirada en les 3 posicions a resoldre – sofà, cadira i llit

Lo interessant d'aquestes imatges anteriors és comprovar les restriccions d'espai que comporta la cadira. Bé és cert que el sofà i el llit portaran restriccions sobre l'alçada del suport, però el que comporta una nova variable al sistema és la cadira.

S'haurà de crear una peça addicional – com comentat anteriorment – per poder resoldre correctament la situació d'asseure's a la cadira, ja que quasi bé no hi ha espai per posar dues potes exteriors. En el cas extrem de poder col·locar dues potes exteriors, no s'ajustaria de forma còmoda al cos de l'usuari, lo que implicaria el incompliment del principal objectiu del treball: fer un disseny centrat en el usuari, que satisfaci les seves necessitats de forma ergonòmica.

És per això, que el suport multifuncional tindrà les tres peces esmentades anteriorment: base, potes exteriors i pota interior. Intentant, amb les diferents propostes de disseny, optimitzar al màxim aquestes diferents peces, provant de crear algun tipus de dispositiu perquè les potes exteriors i la interior siguin el mateix.

7. Estudi formal

7.1. Primera proposta

La primera proposta de disseny es basa en la simplicitat i estalvi de material. Es dissenya una base plana amb arrodoniments i 2 incisions laterals. Es tracta de realitzar un estalvi màxim de material però optimitzant totalment lo necessari. La base podrà tenir diferents inclinacions, que seran les que doni les superfícies creades a la pota.

Es crea una incisió al llarg de la part inferior de la base per poder entrar-hi les potes i hi ha un topall que es troba al mig, per tal de que les potes únicament puguin anar dels extrems fins al mig (posició interior de les potes).

A més a més, es creen uns dispositius – com es veu a la imatge de continuació – per tal de subjectar les potes quan es vulguin plegar (imatge gràfica a la figura 7.1.3).

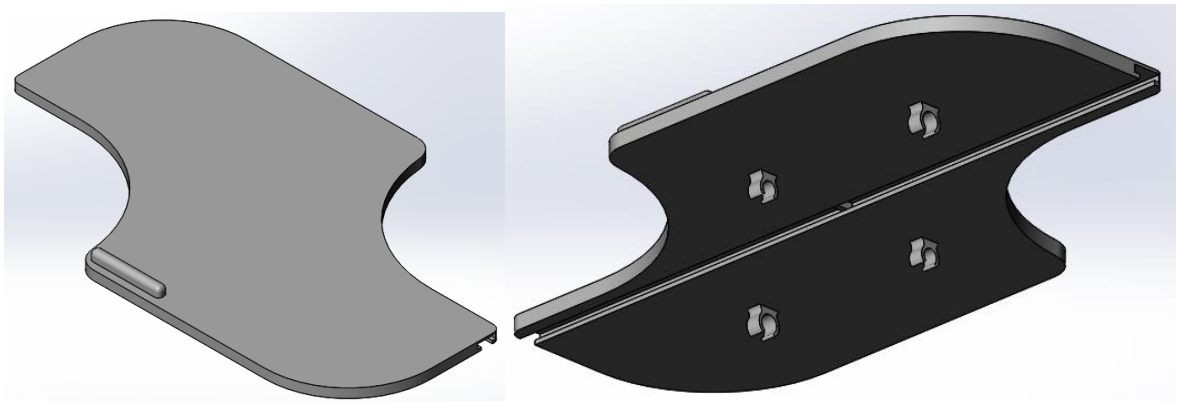


Fig. 7.1.1. Imatge base proposta 1 (part superior i inferior)

Com es veu a la imatge de les potes 7.1.2, aquest segon disseny tindrà tres inclinacions possibles, i per tal de garantir el màxim de les especificacions inicials, es crea un dispositiu a les potes per tal d'ajustar l'alçada del suport (a més a més de la inclinació ja esmentada).

Es crea aquest dispositiu amb una molla, un piu i un sòlid cilíndric que conté forats. El dispositiu funciona de la següent manera: el sòlid amb forats es mou verticalment al llarg de la pota i quan el piu troba un d'aquests forats, la molla actua i deixa sortir aquest piu, fixant així l'alçada del suport. De forma resumida i entenedora, vindria a ser un dispositiu similar al usat en els paraigües, que s'obren i tanquen fixant-li la llargada del pal.

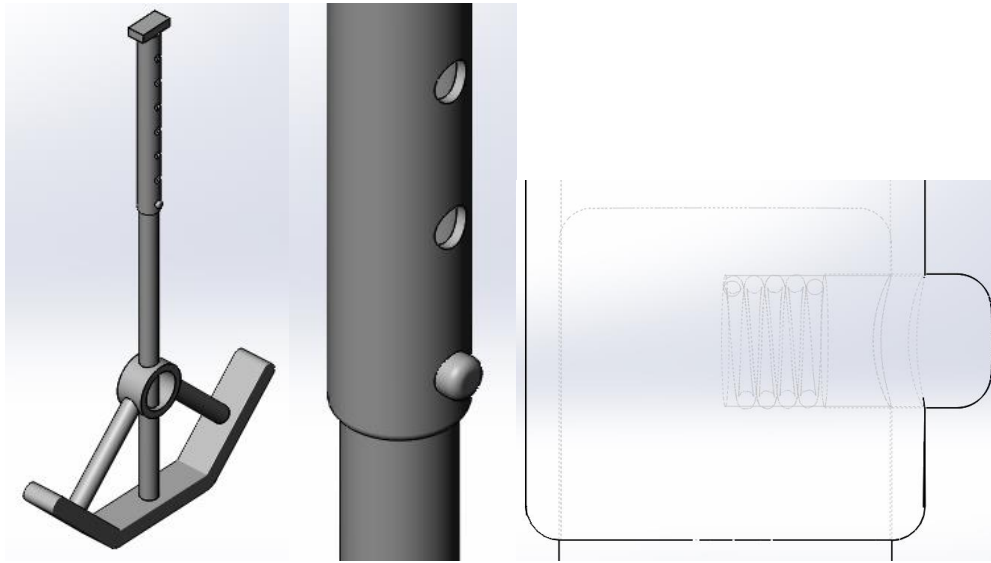


Fig. 7.1.2. Imatge pota proposta 1 – imatge piu – imatge piu/molla

Com s'ha esmentat anteriorment, els dispositius creats a la part inferior de la base serveixen per subjectar les potes un cop es vulgui finalitzar l'us del suport multifuncional per la lectura i el treball. De la següent manera quedarien plegades les potes, optimitzant al màxim l'espai que tingui el usuari.

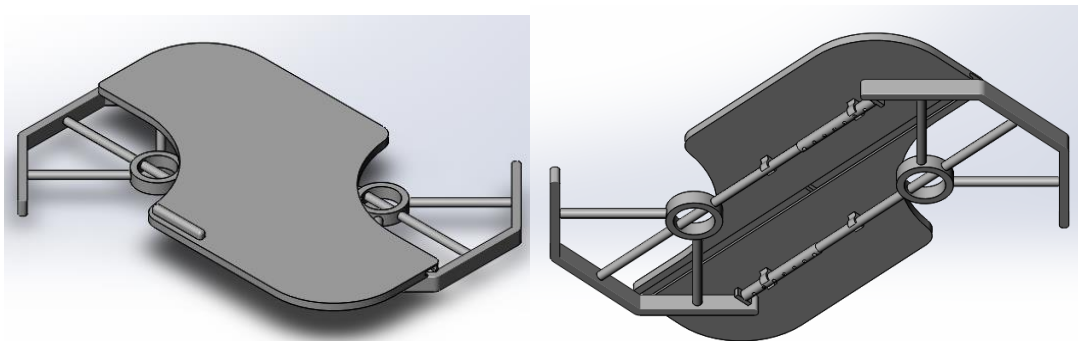


Fig. 7.1.3. Imatge disseny proposta 1 amb potes doblegades

A continuació es mostren les imatges finals del suport creat en base a aquesta primera proposta. Imatges que mostren aquest segon suport en la seva posició de potes externes i internes. I, seguidament, mostren la simulació de posició del suport amb el maniquí. Simulant, així, el usuari.

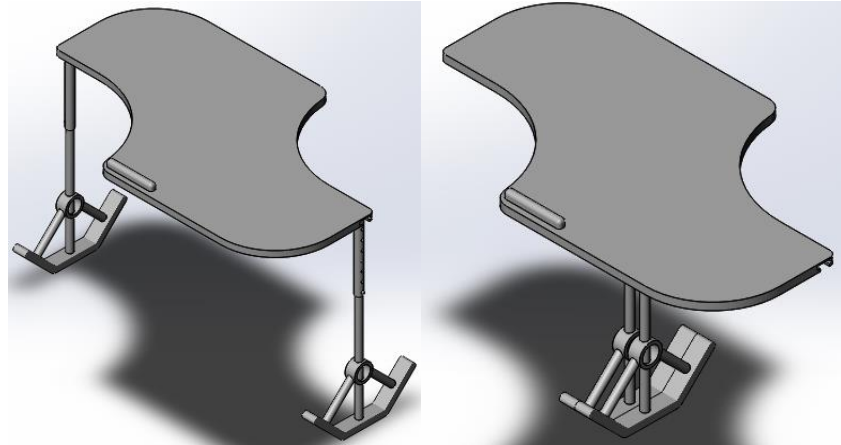


Fig. 7.1.4. Imatges disseny proposta 1 (potes en posició exterior i interior)

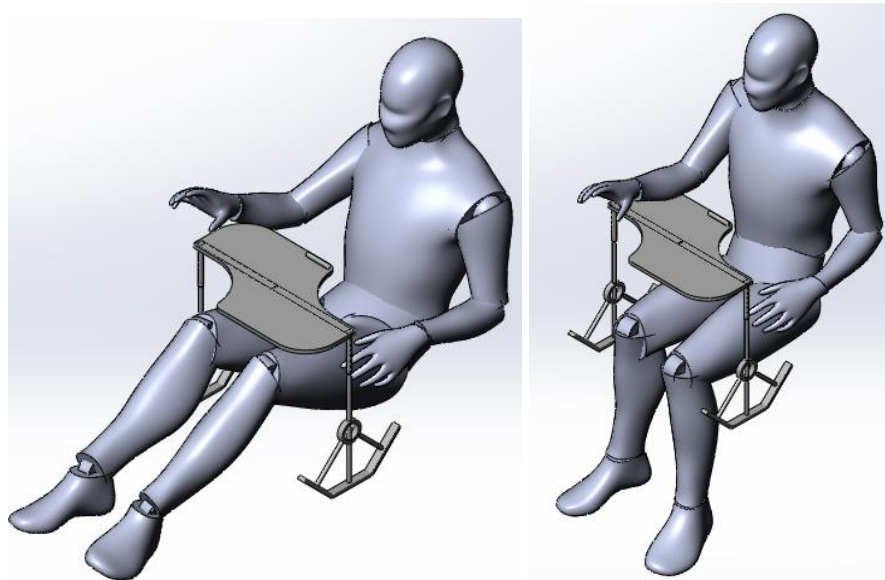


Fig. 7.1.5. Imatges suport proposta 1 amb maniquí assegut i estirat

Com s'ha explicat al [punt 6.1.](#) i com nombrat a les especificacions inicials del treball, el requisit imprescindible que ha de solventar l'artefacte és el d'acomplir l'ergonomia i antropometria. Es tracta de que, amb l'estudi exhaustiu dels llocs a l'espai restringits per la vista i pels braços, es trobi quin lloc a l'espai ha d'ocupar el suport. Un cop trobat aquest lloc, es dissenyen les diferents propostes i es comprova la idoneïtat de cadascuna d'acompliment d'aquest requisit.

Seguidament es mostrarà la imatge que mostra la intersecció de les superfícies amb la proposta de disseny 1, tant en postura asseguda com estirada:

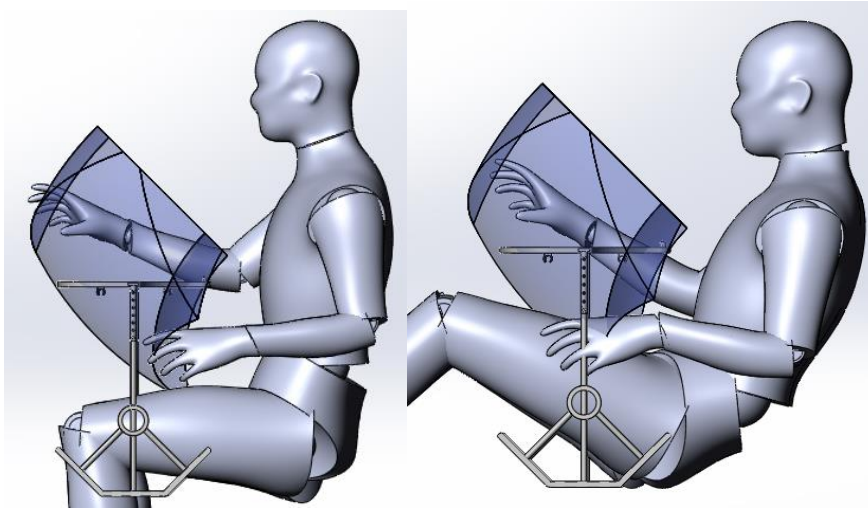


Fig. 7.1.6. Imatges maniquí assegut i estirat amb intersecció de les superfícies amb la proposta de disseny 1

Com es veu a les imatges anteriors, el suport està dins de les superfícies, lo que implica que està complint amb l'ergonomia i mesures antropomètriques del usuari.

Amb aquesta proposta de disseny, s'ha tractat de crear un suport senzill que resolgui la problemàtica principal. És idoni per usar-lo en diferents situacions, subjectant diferents objectes i compleix gran part de les especificacions inicials. És una proposta de disseny que optimitza al màxim el material usat i l'espai que ocupa el suport.

De forma resumida, s'usarà la taula següent per tal de comparar la primera proposta amb les especificacions inicials:

Especificació inicial	
Compleix amb l'ergonomia estudiada	✓
Adaptable sobre qualsevol superfície (estable en les diverses situacions preestablertes)	✗
Potes laterals	✓

Pota interior	✓
Alçada ajustable	✓
Inclinació ajustable	✓
Plegable (optimitzar l'espai)	✓

Fig. 7.1.7. Taula resum de les característiques principals de la proposta 1

7.2. Segona proposta

La segona proposta de disseny es crea amb la idea de potes del producte 13 de [l'estat de l'art](#). Es crea una doble pota per tal de que es puguin posar les cames per dins i usar-lo tant sobre el llit com sobre el sofà.

S'ha optat per fer les unions entre peces amb frontisses i imants, per tal de fer mòbil les diferents parts que formen aquesta segona proposta de totes les maneres.

S'ha dissenyat una doble base. La primera es tracta d'una base estàtica, que inclou frontisses i imants per tal de que tant la base mòbil com les potes puguin girar i enganxar-se a ella. Aquesta base inclou una perforació per tal de que la base superior tingui diferents inclinacions.

A continuació es mostra una imatge d'aquesta base estàtica i base superior, que inclou un topall per tal d'aguantar el pes de l'objecte que es dipositi a sobre:

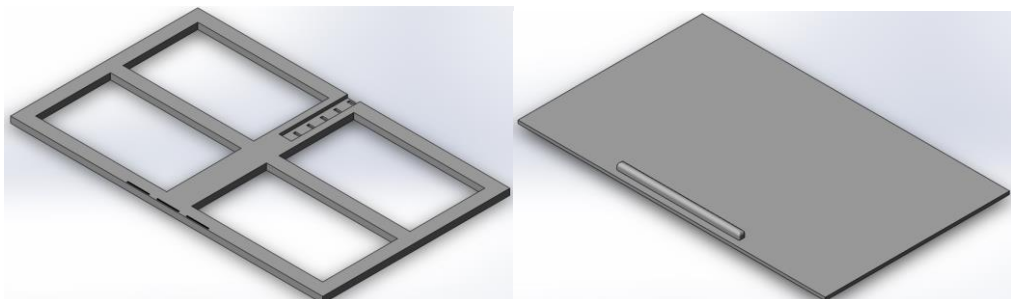


Fig. 7.2.1. Imatge base estàtica (esquerra) i base mòbil (dreta) proposta 2

Les potes, com es mostren en la següent imatge, tenen l'estructura de la proposta del producte 13, però incloent-hi dues d'elles per poder-hi passar les cames pel mig. Tenen un imant a la part superior i lateral per tal d'ajuntar-se amb la part inferior de la base estàtica.



Fig. 7.2.2. Imatge pota proposta 2, amb imants a la part superior

S'ha aportat un nou concepte: els imants. Idea innovadora que està sent utilitzada a molts casos a la vida quotidiana.

A continuació el detall de les frontisses i imants usats, per tal de garantir el moviment de totes les parts mòbils del suport:

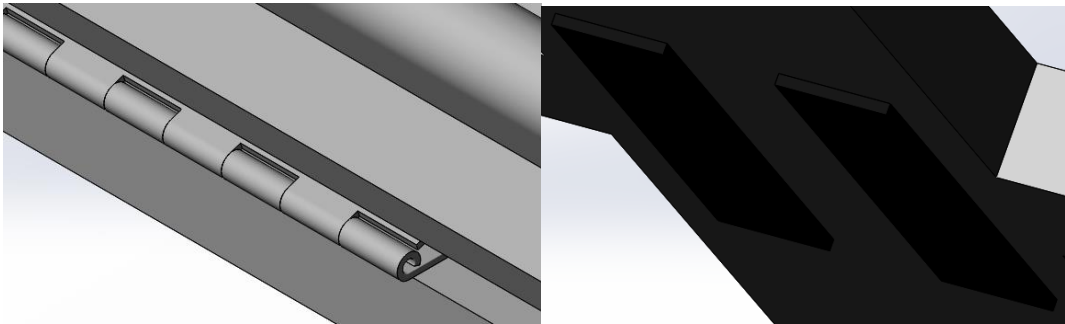


Fig. 7.2.3. Imatges que mostra frontisses i imants usats a la proposta 2

A les especificacions inicials, es nombrava el requisit de fer ajustable el suport. En aquesta proposta de disseny s'aconsegueix el requisit de fer ajustable la inclinació. És per això que es crea un dispositiu, ajudat d'una petita frontissa, que permet 6 inclinacions diferents per tal d'ajustar-se al màxim a les exigències del usuari. A continuació es mostra una imatge del disseny d'aquest dispositiu, recolzat sobre la incisió que té la base estàtica:

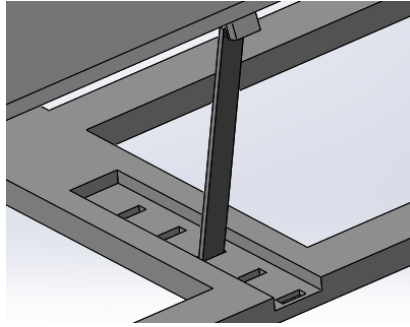


Fig. 7.2.4. Imatge dispositiu per ajustar la inclinació de la proposta 2

A continuació es mostren les imatges finals del suport creat en base a aquesta segona proposta. Imatges que mostren, primerament, el suport en la seva principal posició. Seguidament, es mostra la imatge del suport amb les potes plegades (valor afegit extret del producte 18 de l'estat de l'art). I, finalment, dues imatges del suport simulant-lo sobre el maniquí, en les seves dues posicions (assegut i estirat).

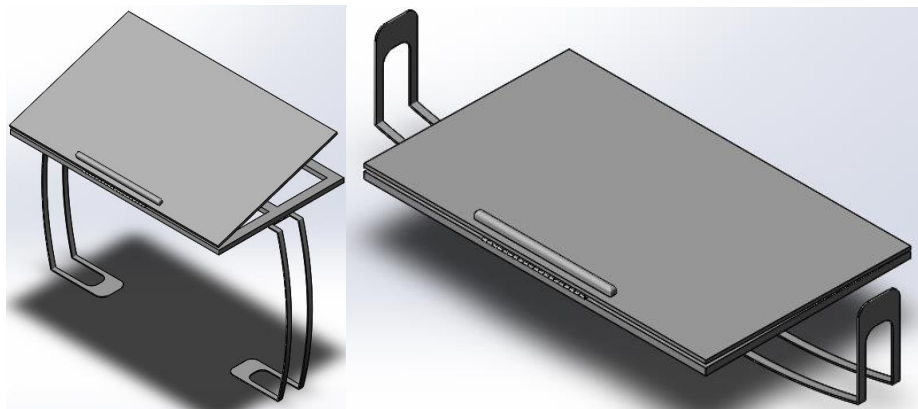


Fig. 7.2.5. Imatges disseny proposta 2 (potes en posició exterior + posició plegada)

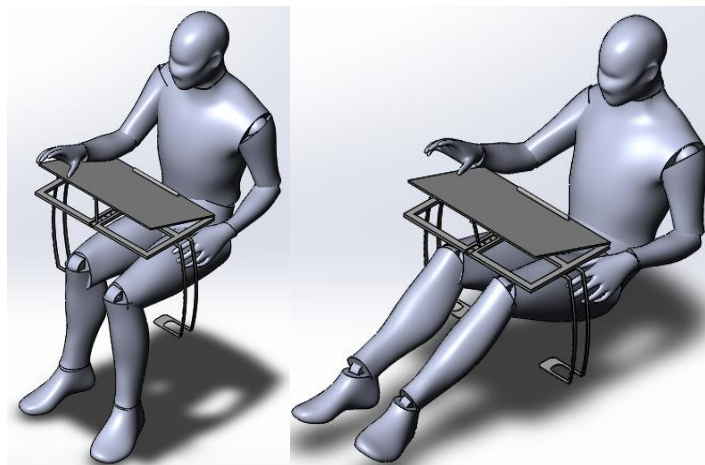


Fig. 7.2.6. Imatges suport proposta 2 amb maniquí assegut i estirat

Igual que s'ha comprovat amb la primera proposta de disseny, el compliment de l'ergonomia, es mostrarà seguidament unes imatges que mostren la segona proposta de disseny, amb el maniquí assegut i estirat juntament amb la intersecció de les superfícies estudiades.

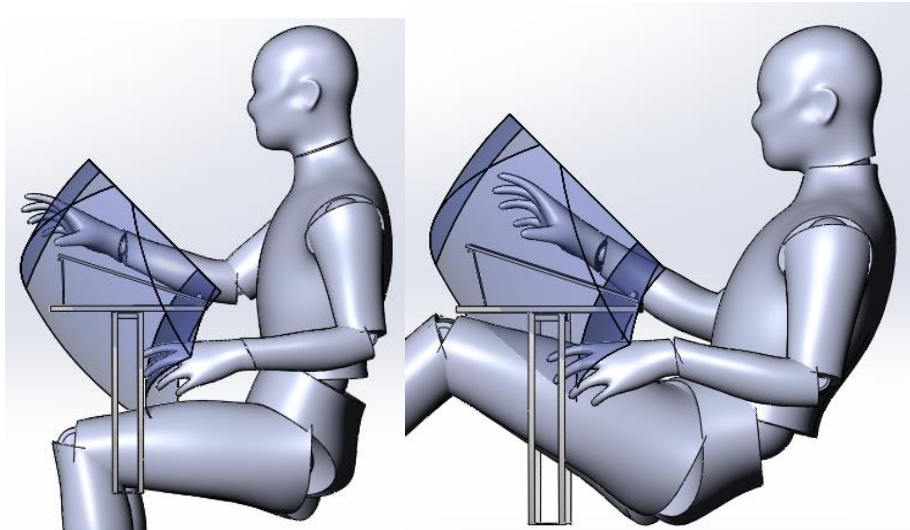


Fig. 7.2.7. Imatges maniquí assegut i estirat amb intersecció de les superfícies + proposta disseny 2

Amb aquesta proposta de disseny, s'ha tractat de crear un suport multifuncional per tal de que subjecti diferents productes (ordinadors i llibres principalment). És un disseny bàsic i senzill, que resol les necessitats del usuari de la forma més simple possible. I, de forma més important, compleix amb l'ergonomia i antropometria estudiada.

De forma resumida, s'usarà la taula següent per tal de comparar la segona proposta amb les especificacions inicials:

Especificació inicial	
Compleix amb l'ergonomia estudiada	✓
Adaptable sobre qualsevol superfície (estable en les diverses situacions preestablertes)	✗
Potes laterals	✓





Pota interior	
Alçada ajustable	
Inclinació ajustable	
Plegable (optimitzar l'espai)	

Fig. 7.2.8. Taula resum de les característiques de la proposta 2

7.3. Tercera proposta

Com a primera idea des de la que es partirà per tractar de dissenyar aquesta tercera proposta serà la dels imants. Es provarà de seguir amb aquest concepte innovador i aplicar-lo de la millor manera possible al disseny.

Fins ara les propostes dissenyades només han estat tractades formalment per tal d'acomplir els requisits inicials i, principalment, l'acompliment imprescindible de l'ergonomia i antropometria estudiada. Tot i així, en aquesta tercera proposta es mostra un cert interès pel seu possible futur procés de fabricació al que estarien sotmeses totes les peces del suport. Garantint de la millor manera possible la flexibilitat de formes, mides i estètiques per tal d'assegurar l'adaptabilitat del suport a les diferents situacions establertes.

És per això que en aquest tercer disseny s'agafarà tots els conceptes bons que es puguin extreure de les dues propostes anteriors i s'intentaran portar a la senzillesa i practicitat més assolible.

Com anteriorment esmentat, el concepte dels imants romandrà en aquest tercer disseny. Tot i així, s'han pensat en possibles millores: el fet de fer possible que s'enganxin les potes a la base del suport amb uns imants fa pensar que no es necessita un altre imant a la base (com a la proposta 2) que restringeix-hi el lloc on es posarà aquest. Una idea, que es durà a terme en aquesta tercera proposta, és el fet de crear una base metàl·lica, fet que permetria enganxar el imant i, per consegüent la pota, a qualsevol punt de la superfície inferior de la base.

Com es veu a la proposta 1, les mateixes potes exteriors fan de pota interior, fet que

compliria amb dues especificacions inicials (potes laterals i interiors) a la vegada. Tot i així, el que aportaria aquesta tercera proposta seria la capacitat de posar les potes a qualsevol punt de la base, no únicament interior/exterior ni al centre d'aquesta.

Es partirà, doncs, d'una base rectangular metàl·lica, amb les mides establertes que aconsegueixen amb l'antropometria del usuari.

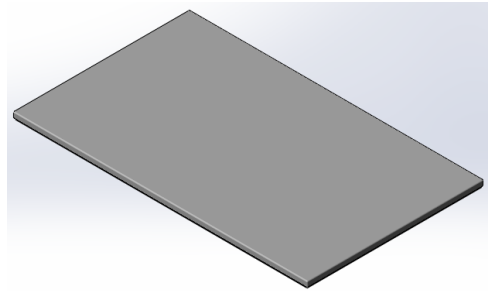


Fig. 7.3.1. Imatge base rectangular proposta 3

A més a més, el concepte de donar inclinació al suport es troba quasi bé imprescindible, però es pot resoldre de millor manera que les anteriors propostes. S'ha pensat que una idea, per tal de no crear peces mecànicament complicades (com a la primera proposta amb el seu piu-guía i la segona proposta amb el dispositiu creat), que una possible opció seria crear un nexa de unió. Es tractaria de dissenyar un nexa entre les potes i la base que aportés ell sol les inclinacions i, alhora, fós fàcil de fabricar.

És per això que es pensa en un nexa de la següent forma:

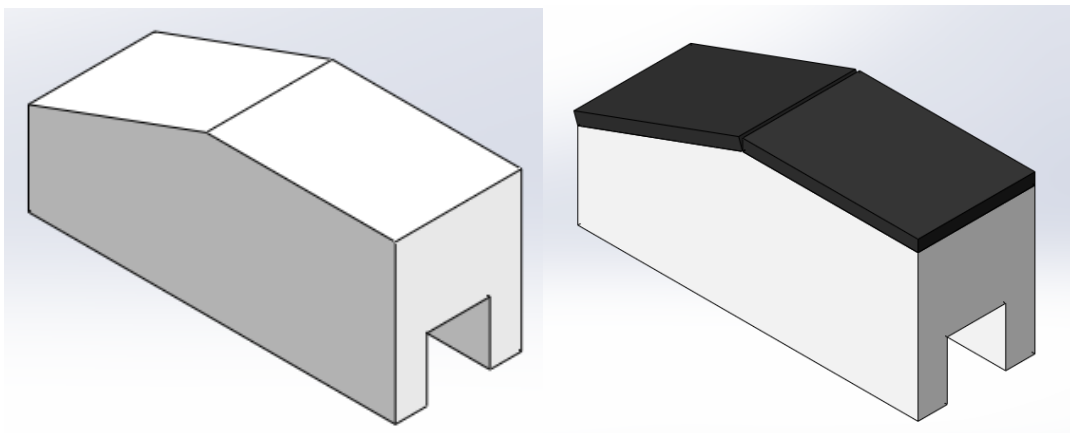


Fig. 7.3.2. Imatge nexa de unió amb dues inclinacions proposta 3

Aquest nexa té dues inclinacions diferents per poder complir amb l'especificació inicial de fer-lo ajustable mitjançant les inclinacions que pugui tenir. D'aquesta manera, la base es

podrà unir amb aquests nexes mitjançant els imants i podrà tenir les inclinacions que imposin aquests. A més a més, el nexa té una incisió a la part inferior per poder fixar-se a pressió a les potes i poder fer de guia per aquestes.

Com esmentat amb anterioritat, aquesta proposta té per objecte assegurar la flexibilitat i adaptabilitat del suport a qualsevol de les situacions preestablertes, i d'altres noves que es puguin crear. És per això, que es pretenen crear unes potes que donin solució a totes les situacions estudiades i que, de forma primordial, garanteixin el compliment de l'ergonomia i antropometria del suport.

Es creen, doncs, les següents potes:

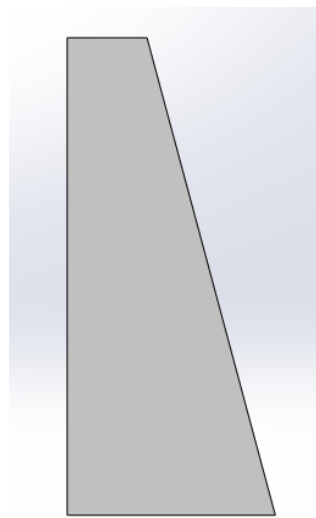


Fig. 7.3.3. Imatge pota trapezi proposta 3

Aquesta pota tindrà diferents maneres de col·locar-la, fet que garantirà l'adaptabilitat del producte. Es podrà posar de forma que la part més llarga estigui en contacte amb la superfície de suport i, d'aquesta manera, s'inclouria una tercera inclinació al suport que aportarà la pota. Aquesta forma de col·locar la pota seria la idònia per posar el suport sobre una superfície plana, com podria ser la taula, situació en la que es necessita molta superfície de contacte i no l'alçada màxima del suport.

A més a més, si aquesta pota es gira 90°, dóna la solució per a cadira i llit, amb una alçada idònia per complir amb l'ergonomia i antropometria del usuari i amb una base de contacte prou gran per aguantar el pes de tot el suport i garantir la seva estabilitat. A la següent imatge es pot comprovar quines serien aquestes dues posicions:



Fig. 7.3.4. Imatge en perspectiva de les dues posicions possibles de les potes de la proposta 3

D'aquesta manera, es garanteix la flexibilitat del suport. Amb les diferents inclinacions del nexa i de les potes, es dóna un gran nombre de possibilitats d'adaptació a diferents situacions.

De forma general, doncs, el suport es podria col·locar amb diferents situacions, dues de les quals es mostren a les següents imatges, com a forma de resum sobre aquesta tercera proposta.

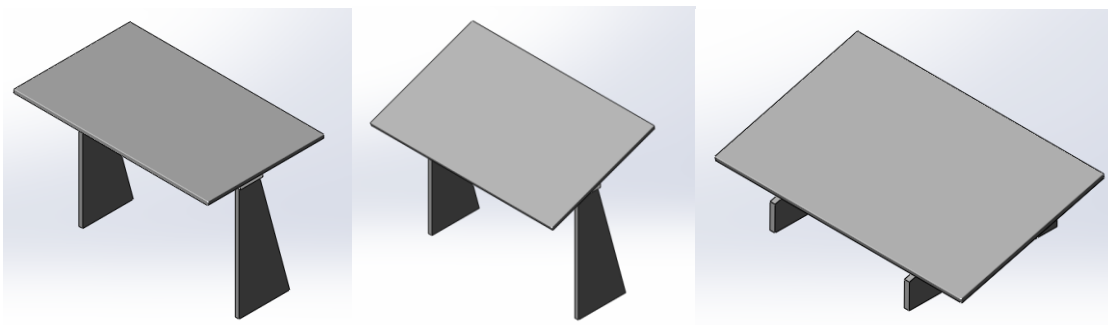


Fig. 7.3.5. Imatge en perspectiva de 3 posicions possibles de la proposta 3

Un cop explicades les tres parts que formen aquest disseny (base, nexa i pota), es continuarà explicant les funcions bàsiques d'aquesta tercera proposta de disseny, l'acompliment dels requisits inicials i les seves possibles utilitats extres que es podrien donar.

Aquesta tercera proposta està composta per tres peces senzilles i sense cap complicació de fabricació aparent, fet que ajudaria a competir amb els altres suports que hi ha al mercat ara mateix. Es basa en la senzillesa i practicitat, així com en la flexibilitat de formes, mides, posicions i estètiques.

A més a més, aquest suport serà desmuntable ja que cada peça és independent. Això es considerarà un valor afegit a la hora de fabricar i comercialitzar el suport. Permetrà tenir una fabricació independent i òptima per cada peça i, a més, podrà comercialitzar-se de forma personalitzada. És a dir, el possible futur usuari podria seleccionar la peça amb una configuració personalitzada si es volgués afegir aquest aspecte a la proposta.

A continuació, com s'ha fet amb les altres propostes, es comprovarà l'acompliment de l'ergonomia i antropometria d'aquesta proposta. Garantint, així, el requisit principal d'aquest projecte d'ajustar-se al cos, mesures i moviments del usuari.

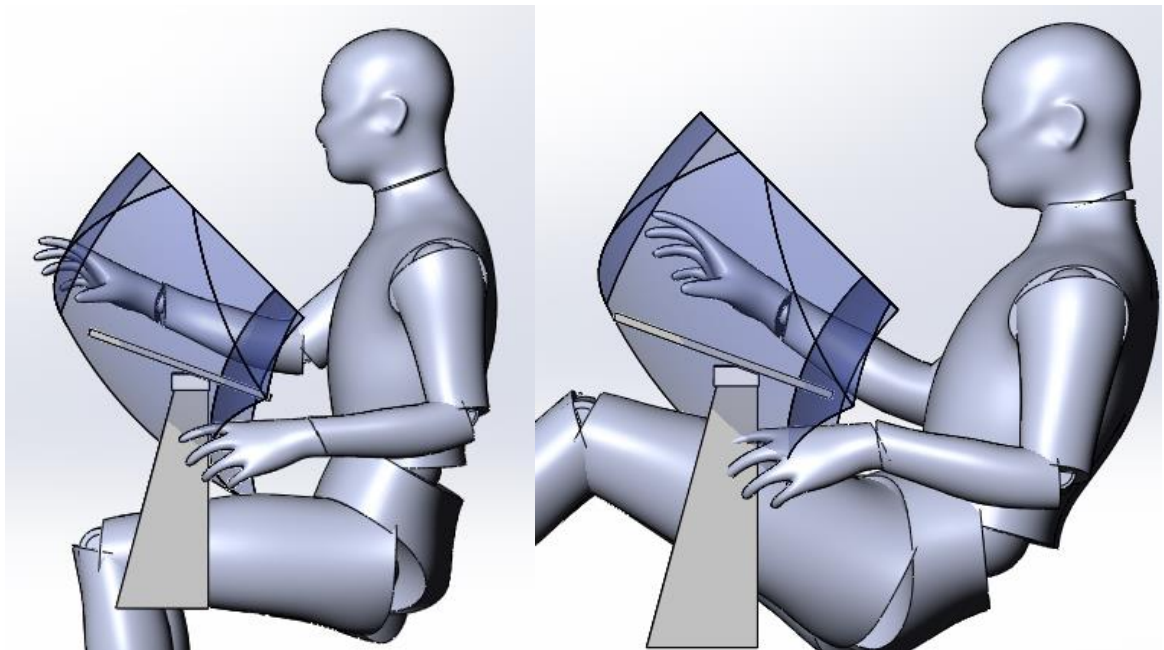


Fig. 7.3.6. Imatges maniquí assegut i estirat amb intersecció de les superfícies + proposta disseny 3

De forma resumida, es mostra a la següent taula les utilitats i funcionalitats que té aquesta tercera proposta de disseny:

Especificació inicial	
Compleix amb l'ergonomia estudiada	✓
Adaptable sobre qualsevol superfície (estable en les diverses situacions preestablertes)	✓

Potes laterals	
Pota interior	
Alçada ajustable	
Inclinació ajustable	
Plegable (optimitzar l'espai)	

Fig. 7.3.7. Taula resum de les característiques de la proposta 3

7.4. Comparativa propostes

A la següent taula es mostren, de forma resumida, totes les parts que componen les tres propostes de disseny i, de forma explicativa i concisa, es mostren les principals avantatges i inconvenients trobats de cadascuna d'elles. Vindrà a ser un anàlisi similar al fet a l'apartat de l'estat de l'art, analitzant bé els punts forts i limitacions de cada proposta i escollir el més adient per resoldre els objectius d'aquest projecte.


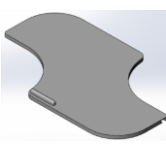
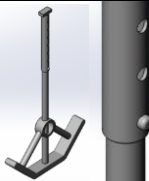
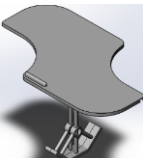
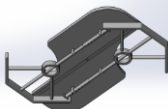



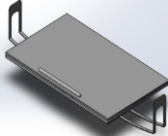
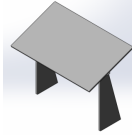
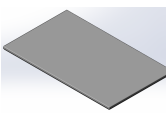

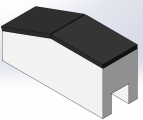
Fotografia conjunt	Base	Potes exteriors	Pota interior	Plegable	Avantatges	Inconvenients
					<ul style="list-style-type: none"> - Compliment de l'ergonomia i antropometria - 2 inclinacions possibles - 7 altures possibles - Plegable 	<ul style="list-style-type: none"> - Estètica - No estable (no adaptable) - Dificultat de fabricació: diferents peces mecanitzables
			No té pota interior		<ul style="list-style-type: none"> - Compliment de l'ergonomia i antropometria - 6 inclinacions possibles - Plegable - Estable 	<ul style="list-style-type: none"> - Altura no regulable - No inclou pota interior - Potes difícils i costoses de fabricar i mecanitzar
			<p>Si. Igual que amb pota exterior gràcies al imant:</p> 	<p>Desmuntable fàcilment en 5 peces: 2 potes, 2 nexes i 1 base</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Compliment de l'ergonomia i antropometria - 3 inclinacions possibles - 2 altures possibles - Flexibilitat en formes/mides i posicions: adaptabilitat - Facilitat de fabricació 	<ul style="list-style-type: none"> - Senzillesa en les peces - Barrera de disseny molt baixa

Fig. 7.4.1. Taula comparativa propostes de disseny

Com es mostra a la taula superior, hi ha una notable diferència d'un disseny a un altre. Afegint conceptes innovadors a cada proposta i aprofitant les idees útils de les anteriors. Totes tres propostes tenen mides generals similars i s'ajusten totes al compliment de l'ergonomia i antropometria estudiades. És per això que es triarà la proposta que compleixi més especificacions i requisits inicials i que, de forma general, no tingui limitacions que impossibilitin la seva fabricació.

Mentre que la primera proposta podria considerar-se idònia pel fet de ser totalment ajustable l'alçada i les inclinacions amb diverses possibilitats, les seves limitacions fan que sigui rebutjada. Es tracta d'una proposta de disseny amb una estètica millorable. A més a més, les potes són massa estretes i llargues amb un únic punt de suport, fet que complicaria l'estabilitat de l'artefacte a l'hora de ser usat.

S'ha de tenir en compte que l'objectiu d'aquest suport és, a més a més d'ajustar-se a les

mides i moviments del usuari, poder ser flexible i adaptable a diverses situacions preestablertes al inici d'aquest treball; i aquesta primera proposta no mostra aquesta adaptabilitat necessària per fer-lo útil a totes aquestes situacions.

A més a més, aquest primer disseny comporta moltes dificultats de fabricació, pujant els costos de fabricació i mecanització notablement. Les potes estan compostes per diferents peces que han de interactuar entre elles per tal de muntar-se bé, fet que incrementaria els costos tant de fabricació com de mà d'obra per tal d'assemblar-les.

La proposta 2 dóna un concepte de potes basat en el producte 13 de l'estat de l'art, afegint-li la nova idea dels imants. Aquesta proposta de disseny té una gran limitació: el fet de no ser adaptable per posar-la entre les cames ja que únicament té una forma de posar les potes: l'exterior.

Afegit a això, l'altura d'aquesta proposta no és regulable i el costos de fabricació de les potes serien molt elevats. Si les potes es fessin d'un material metàl·lic, s'hauria de plegar la planxa de metall i, en el cas de que es fes d'un material com la fusta, hi hauria una gran quantitat de material sobrant que es desaprofitaria a l'hora de fabricar-les. Ambdues opcions mostren com aquests costos augmentarien notablement.

Per tots aquests motius, aquesta segona opció també és rebutjada i es decideix cercar nous aspectes a la següent proposta.

Aquesta tercera i última proposta es crea a partir dels punts forts i febles de les anteriors opcions. Es crea amb el concepte innovador dels imants i tracta de millorar les limitacions que les altres propostes comportaven. És ajustable tant en alçada com en inclinació i, a més a més, la senzillesa dels seus elements la fan idònia per ser flexible tant en forma, mides, posicions i estètiques. Adaptant-se, així, a totes les possibles situacions en la que es requereixi l'ús del suport.

Addicionalment, aquesta proposta es crea amb la facilitat de fabricació en ment. Es tracta de tres peces independents que ajuden a optimitzar cada procés de fabricació per separat i permeten fer ajustable i personalitzar el suport.

DIY "Do It Yourself" és un nou concepte implementat per moltes empreses que es basa en fer-s'ho un mateix. És una idea que s'està duent a terme recentment, que consisteix en deixar al usuari que s'ho creï ell mateix, que pugui retocar-ho, personalitzar-ho i altres diverses opcions. D'aquesta manera, la fabricació resultaria més senzilla i econòmica, reduint substancialment la mà d'obra. Aquesta tercera proposta, doncs, podria aplicar-se aquí. Amb la flexibilitat de mides i posicions que dóna, es podria implementar el concepte de crear-s'ho un mateix i que sigui el usuari qui personalitzi el seu artefacte.

Podria, doncs, crear-se el seu artefacte comprant totes les peces independentment i personalitzades com al usuari li agradés. Ja sigui variant la forma de la base (sense perdre les mides generals per assegurar una bona ergonomia), decorant la base amb diversos mètodes. Poder escollir d'entre varis tipus de potes i/o nexes, entre d'altres. Tot això, són conceptes que únicament aquesta tercera proposta podria complir.

Per totes les seves avantatges respecte les altres propostes i pel compliment del nou concepte de DIY que es podria implementar, s'escollirà aquest últim disseny com a model escollit a estudiar. Així doncs, s'estudiaran quins serien els millors materials per poder dur a terme un concepte de disseny com aquest, s'analitzarà la proposta final de disseny un cop estudiats els materials, es farà un anàlisi exhaustiu del pressupost de l'artefacte i, finalment, es compararà la proposta de disseny final amb els artefactes que hi ha ara mateix al mercat (els estudiats a l'estat de l'art).

8. Materials i processos de fabricació

En aquesta secció es tractarà d'estudiar la selecció dels materials per poder construir l'artefacte d'estudi d'aquest projecte i els processos de fabricació i conformació de les diferents peces i nexes que conformaran l'element final.

Un dels punts més importants pels quals s'ha escollit l'alternativa de disseny 3, és degut a que els processos de fabricació per conformar els diferents elements són més senzills, i per tant, més econòmics.

La tercera alternativa oferia un gran avantatge davant els dos primers dissenys que es varen realitzar, i és el concepte anomenat "Do it yourself", implementat per companyies de gran nivell com per exemple IKEA. Aquest concepte, com ja s'ha explicat a l'apartat 7.4. del treball, ofereix una reducció substancial en els costos de muntatge i mà d'obra, ja que són assumits pel propi client.

Aquest concepte, que està essent cada cop més implantat en empreses d'escala internacional, és el que s'aplicarà a aquests disseny, on es reduirà el preu de venda de l'artefacte degut a que les peces es vendran per separat i serà assemblet pel client, d'una manera molt ràpida i senzilla.

El producte, doncs, serà construït totalment de forma industrial, oferint al client una gamma versàtil de productes personalitzables que es podran unir de forma manual i a gust del consumidor, a un cost força econòmic. Es pretén buscar la innovació, la globalització i la particularització.

Partint d'aquesta base, s'estudiarà la selecció dels materials i els processos de construcció de cada un dels diversos elements de l'artefacte, per tal d'optimitzar el cost total d'aquest. En general, però, es tractarà de buscar les següents característiques:

- Materials d'ús habitual, disponibilitat.
- Reciclable o bé reutilitzable.
- Econòmic.
- Lleuger i resistent, ja que es tracta d'una estructura portàtil.
- Llís i dur, per evitar el desgast del ratolí o de la plataforma.
- Facilitat per evacuar la calor que genera l'ordinador.

- Opac per evitar la reflexió del senyal del ratolí.

D'altre banda, la tria i selecció dels processos de fabricació vindran donats pels elements bàsics de disseny, que s'interrelacionen entre sí:

- Funció
- Forma
- Procés
- Material

8.1. Selecció del material i procés de fabricació per la base del suport

La base és l'element més voluminós del suport. La importància de lleugeresa, doncs, és un factor clau per la selecció d'aquest material i, per tal de garantir-la, s'estableix una densitat màxima de 4 Kg/dm³, com a criteri de disseny.

A més, interessa un coeficient de transmissió de calor elevat, que permeti evacuar la calor que els ventiladors de l'ordinador portàtil expulsen. Per tant, doncs, s'estableix un mínim de 200 W/(m·K) com a dada significativa d'un coeficient de conductivitat tèrmica alt.

D'altre banda, però, interessa que el cost per quilogram (€/Kg) de material sigui el menor possible, per tal de tractar d'abaratir al màxim les despeses per unitat de producte. Per tant, s'estableix un màxim entre 1,5 i 2 €/Kg de material.

Pel que fa les característiques mecàniques d'esforç a tracció i límit elàstic, no es tindran en compte, ja que l'esforç que el material de la base haurà de suportar és un pes màxim de 4 Kg, i dels materials que es tractaran en aquest estudi no n'hi haurà cap que presenti una deformació elàstica significativa, ni molt menys una de plàstica, per aquest ordre de magnitud.

Com ja s'ha mostrat a l'apartat de disseny, a la base hi aniran inserits uns imants que connectaran el nexa d'unió amb les potes. Es per aquest motiu, doncs, que es requereix que el material amb el que es construeixi la base ha de tenir, com a mínim, una làmina de metall ferromagnètic: acer. El concepte inicial de la tercera proposta era realitzar una base sencera d'aquest material ferromagnètic, però amb la seva alta densitat, el pes del suport augmentaria substancialment i no podria ser útil. Si es prescindeix de construir tota la base sencera d'acer, s'haurà de enganxar d'alguna manera una primera base d'un material que

a continuació s'estudiarà i, a més a més, afegir-li una xapa d'acer a la seva part inferior. A més a més, s'haurà de poder unir amb aquest mitjançant mètodes artesanals, com ara la soldadura, cola, etc.

Finalment, per tal de complementar la idea de que el disseny sigui personalitzable, es requerirà que el material amb el que es construeixi la base superior se li pugui aplicar la serigrafia, que consisteix en aplicar una imatge sobre un material a partir de tinta. D'aquesta manera, doncs, es garanteix que el disseny sigui totalment personalitzable.

Per tal de donar-li forma a la base i fer encara més propi el disseny, es requerirà que la base es pugui tallar amb tall làser, per tal de poder generar qualsevol forma ràpidament (maximitzar la producció) i a un cost assequible. Es prescindirà, doncs, d'altres processos com el tall làser degut a la impossibilitat de tallar acer.

A continuació, doncs, es pot veure una taula comparativa amb diferents materials freqüentment utilitzats a Barcelona que podrien ser aptes per dissenyar la base, amb les següents dades comparatives: densitat (Kg/dm^3), preu (€/Kg), transmissió de calor ($\text{W/(m}\cdot\text{K)}$) i reciclabilitat:

Material	Densitat	Preu	Transmissió de calor	Reciclable
Acer	7,85	2	47 - 58	Sí
Fusta de roure	0,72	0,5	0,13	Sí
Vidre	2,5	2,6	0,6 - 1	Sí
Acer inoxidable	7,85	2,5	16,3	Sí
Alumini	2,7	1,36	209,3	Sí
Llautó	8,6	2,3	80-116	Sí

Fig. 8.1.1. Taula comparativa de materials

Com es pot veure, doncs, l'acer és un material bastant dens, superior al límit que s'ha imposat a l'inici d'aquest apartat. És per aquest motiu, a part de pel preu i per les altres propietats que no les compleix bé, que s'ha decidit que no es construirà tota la base d'acer, sinó que amb una làmina de 1 mm ja n'hi ha prou per atraure els imants del nexa.

Per tant, si la base mesura un gruix total de 1 cm com especifica la tercera proposta, s'ha de garantir que els 0,9 cm restants proporcionin lleugeresa al suport i compleixi amb les altres condicions que s'han esmentat anteriorment.

Com es pot veure a la taula 8.1.1., el material que compleix millor les característiques demanades és l'alumini. A més, es tracta d'un metall al qual se li pot aplicar la serigrafia, per garantir el disseny personal, i l'únic inconvenient, però, és que hi ha limitacions a l'hora d'enganxar-lo amb l'acer. Aquest material no admet ser enganxat per soldadura i per tant, tan sols hi ha dues opcions d'enganxat: mitjançant adhesiu, o bé mitjançant cargols.

Per tal de garantir l'elegància del disseny, es prescindeix de l'opció d'enganxat per cargols, i per tant, es considera l'adhesiu com a millor alternativa per la unió d'aquests dos metalls.

El millor adhesiu per enganxar l'alumini i l'acer és l'adhesiu epoxi de dos components, que consta d'una resina i un enduridor que proporciona una gran resistència. El rang de temperatures de treball d'aquest adhesiu està comprès entre els -30°C i els +65°C, i a més a més, és capaç de resistir fins a 350 Kg/cm² sense fracturar-se. És per aquest motiu, doncs, que se l'anomena adhesiu estructural. Aquest tipus d'adhesiu es pot trobar al Servei Estació de Barcelona amb un preu de 9,5 € per cada 30 ml.

El pes total de la base, com a molt, serà de 5,6 Kg de pes tenint en compte les densitats mostrades a la taula 8.1.1., ja que la base de mida estàndard serà de 500 x 300 mm, per els gruixos de 9 mm d'alumini més els 1 mm d'acer.

Un cop seleccionats els materials per construir la base del suport, s'ha d'escollir el procés de fabricació per tal de poder-lo construir.

En primer lloc, doncs, i tal com s'ha comentat al inici d'aquest apartat, el tall es realitzarà mitjançant tall làser. Per tal d'estalviar temps i cost, s'ha cregut adient enganxar les dues làmines de metall amb l'adhesiu primerament i, després realitzar el tall. La problemàtica de realitzar aquest mètode seria la diferència de densitats entre l'acer i l'alumini. Al tenir aquesta gran diferència, no es pot realitzar un únic tall làser per tallar ambdues làmines. És per això que es decideix tallar les dues plàstiques amb làser i després enganxar-les mitjançant l'adhesiu de dos components per tal de realitzar només un tall. Al cap de 10 minuts, quan l'adhesiu ja s'hagi assecat, es realitzarà el tall seleccionat.

8.2. Selecció del material i procés de fabricació pel nexa del suport

El nexa del suport interessa que sigui lleuger i resistent, ja que és l'element que enganxarà la base amb les potes.

Es tracta d'un element que té una geometria complexa, amb una incisió i plans amb diferents angles, que s'unirà a la base mitjançant un imant que es dimensionarà

posteriorment, i a les potes mitjançant compressió. Per tant, doncs, és molt important que el nexa i les potes estiguin ajustats de forma indeterminada¹, per tal de garantir la fixació dels elements.

Depenent del material que es vulgui utilitzar hi ha diversos processos de fabricació que garantirien l'èxit en aquesta etapa: la fresadora i la impressió 3D.

La fresadora és un mecanitzat que aniria bé si el nexa es construís amb un metall, on s'haurien d'aplicar fases de planejat (per les cares amb diferents angles) i fases de caixeres per tal de crear els contorns interiors de les ranures del nexa. No obstant, com ja s'ha dit abans, interessa treballar en zona d'indeterminació, i es requereix que la màquina sigui precisa i les toleràncies siguin petites. És per aquest motiu, doncs, que seria millor construir-la amb una màquina de tipus CNC.

D'altra banda, però, també es pot realitzar mitjançant una impressió 3D, ja que la peça es construeix de baix a dalt amb la forma exacte de disseny, sense necessitat d'arrencar material. El nexa, però, haurà de ser de plàstic, i per tant, més econòmic que realitzar-lo amb metall. Si el nexa és de plàstic es garanteix que serà més lleuger que no pas si es construeix amb metall i, per tant, es disminueix el pes del suport. A més, l'ús de la impressió 3D està creixent exponencialment ja que afavoreix la fabricació integrada i flexible, principal fonament del concepte "Do it yourself".

És per tots aquest motius, doncs, que es tria que el nexa estigui construït amb plàstic de tipus ABS mitjançant impressió 3D.

El nexa és l'element del suport que uneix la base amb les potes i, per tant, s'ha d'estudiar cada unió per separat.

En primer lloc, tal i com s'ha comentat en aquesta secció, el nexa estarà unit a la base mitjançant un camp magnètic entre un imant incorporat al nexa i la làmina d'acer de la base. Per enganxar el imant amb el plàstic, s'usarà un adhesiu especial anomenat UHU Max Repair, degut a les seves grans aplicacions i qualitats respecte l'adheriment amb el imant de Neodimi. Ambos seran comprats al mateix proveïdor: Supermagnete.

Hi ha diversos tipus d'imants permanents, que és el que interessa per aquesta aplicació, i els més utilitzats són els imants de Neodimi Ferro i Bor. Aquests tipus d'imants són els que tenen major poder energètic, i una làmina de 30 x 20 x 2 mm seran capaços de sostenir en tot moment la base del suport amb un pes màxim de 5,6 Kg més 4 Kg d'ordinador, és a dir, un total de 9,6Kg. Tot i així, cercant els imants de neodimi existents en el mercat, es troba

¹ L'ajust indeterminat s'usa en peces que van fixades a compressió però es requereix mobilitat

que les mesures existents més similars a les que es voldrien serien de: 30 x 9 x 2 mm. Es pensa en la possible idea de inserir dos imants d'aquestes mesures sobre la superfície en comptes de un, però es troba que la força de un imant d'aquestes mesures, tot i que en poséssim dos, seria molt inferior que un únic imant.

És per això que es decideix augmentar les mesures del nexa perquè hi pugui cabre un imant de la següent mesura: 40 x 20 x 5 mm. D'aquesta manera podrà subjectar clarament qualsevol objecte que es vulgui dipositar sobre la base (dins d'un rang estimat). Es pensa, que fins i tot podria ser útil crear unes petites incisions en el nexa, per tal de subjectar de manera segura aquest imants en cas de una força elevada i també, d'aquesta manera, no es veuria de forma tan brusca el imant sobre el nexa vist que el gruix final seria de 5mm.

D'altra banda, el nexa i les potes estaran units per compressió, i s'ha de garantir que es treballi en zona d'indeterminació per tal de poder posar i treure les potes lliurement i que es quedin agafades.

Per tant, s'implementarà un procés de construcció anomenat forat base, que és més permissiu amb les toleràncies del forat però ajustarà més l'eix (que són les potes, en aquest cas). És a dir, en tecnicismes de metrologia, es situarà la ranura del nexa a la posició H.

Considerant que la tolerància de la impressió 3D és de 0,15 mm, la ranura prendrà valors dins de l'interval 10,00 i 10,15 mm.

Com les potes es construïran del mateix material que la base, el tall serà, consegüentment, amb tall làser. Per tant, com el que interessa és situar les potes a la zona d'indeterminació per garantir un muntatge que asseguri la permanència, es prendrà la posició K dins de l'alfabet de metrologia i qualitat. Assumint que el tall làser té un interval de tolerància de $\pm 0,10$ mm, les potes s'hauran de fabricar dins d'un rang de valors compresos entre 12 i 13.

A mode conclusió, el procés de fabricació que s'ha de prendre pel sistema forat eix és de 10H13K12.

8.3. Selecció del material i procés de fabricació per la pota del suport

Les potes del suport es realitzaran amb el mateix material i procés de fabricació que la base. Es fabricaran aquestes potes amb una xapa de 10 mm d'alumini degut a les seves qualitats que té respecte altres materials existents. A més a més, es tallarà amb la seva forma indicada amb tall làser, amb tres superfícies totalment planes i una amb una inclinació de 25°.

9. Proposta definitiva

Un cop feta la comparativa de propostes i haver escollit la tercera i última proposta com a model, i haver estudiat de forma exhaustiva els materials amb els que es podria fabricar el suport, es disposa a fer a continuació la proposta definitiva de disseny.

Com s'ha explicat a apartats anteriors del treball, el concepte DIY es basa en que el usuari pugui muntar i personalitzar l'artefacte en qüestió. És per això que, com s'ha valorat a l'apartat dels materials, una bona opció seria personalitzar amb serigrafia la base i tallar amb tall làser aquesta per donar-li formes diverses, sempre tenint en compte les mesures generals establertes.

Aquest tipus de personalització es podria donar de la mateixa manera a les potes i obtenir, així, un suport multifuncional per la lectura i el treball personalitzat acord amb els gustos del usuari.

El fet de donar-li formes diverses a la base, podria comportar dubtes sobre la idoneïtat, doncs, per tal de seguir complint amb les seves especificacions. Tot i així, s'ha de tenir en compte que els objectes que es posaran a sobre del suport (llibres i ordinadors portàtils han estat els considerats), són ells mateixos qui aporten la rigidesa. És per això que si en algun tros de la base no tinguessin un bon subjectament, ells mateixos tindrien la suficient rigidesa com per seguir considerant-se idoni.

Dit això, cal aclarir que aquesta proposta 'definitiva' es tracta d'un model a seguir. No serà un únic disseny final que es durà a terme, sinó que és una mostra del procés que es pot seguir si es vol comercialitzar aquest tipus de suport. Idoni per les seves mides ajustades a les mesures del usuari, en aquest cas mesures d'un jove-adult.

Tot i així, si es seguís la mateixa metodologia d'antropometria per qualsevol altre rang de usuaris, amb aquest model de suport es podria resoldre fàcilment, únicament modificant lleugerament les mesures d'alçada de les potes i amplada de la base.

A més a més, amb el concepte de DIY en ment, es podrien comercialitzar diverses bases estàndards amb les mesures antropomètriques de varis usuaris. Es podria realitzar el mateix amb les potes i, addicionalment, donar la possibilitat de fer-ho totalment personalitzable amb les mesures exactes del comprador amb un cost afegit.

A mode resum de tot lo explicat fins ara i donant unes mostres gràfiques de tot el que es podria arribar a crear, es mostraran dues versions – per adults/joves i infants – personalitzades amb temàtiques que avui en dia són molt conegudes:

- **Versió infantil:**

Com a versió infantil s'ha creat una base amb formes irregulars i una serigrafia del dibuix animat Vaiana. Aquesta serigrafia s'ha aplicat de la mateixa manera a les potes.



Fig. 9.1. Imatges en perspectiva proposta definitiva - versió infantil



Fig. 9.2. Imatges laterals proposta definitiva - versió infantil

- **Versió joves/adults:**

A la versió d'adults, únicament per donar un exemple de les infinites possibilitats que pot donar aquest model de suport escollit, s'ha usat una base de forma irregular també, i amb una serigrafia amb imatges de la sèrie emblemàtica de Game of Thrones.

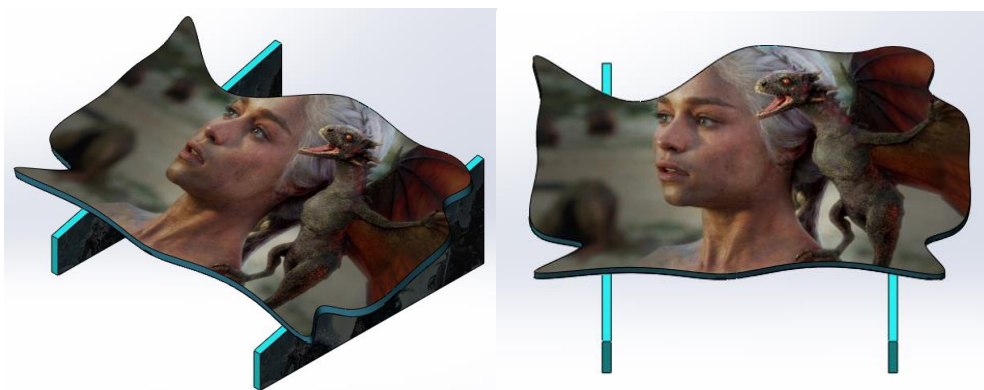


Fig. 9.3. Imatges en perspectiva proposta definitiva - versió adults



Fig. 9.4. Imatges laterals proposta definitiva - versió adults

Per comprendre bé quines són les parts del suport exactament, es fa un explosionat de una de les versions realitzades:

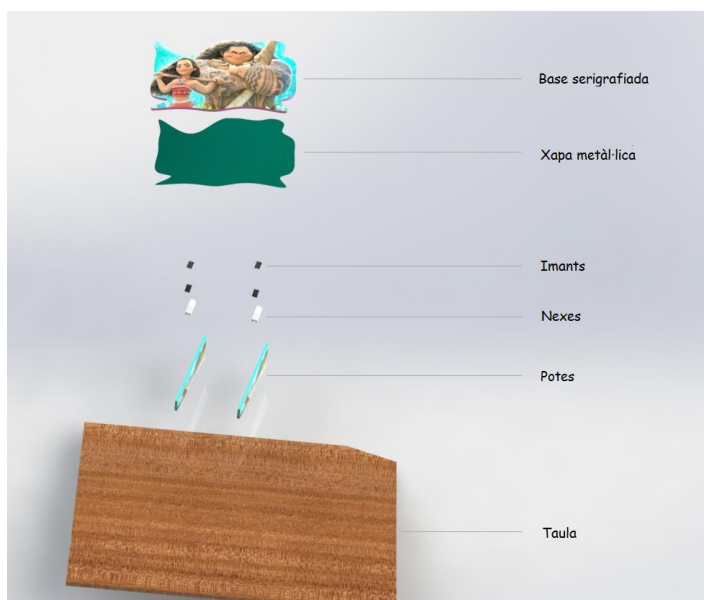


Fig. 9.5. Explosionat de la proposta definitiva – versió infantil

Tot i que aquesta forma pugui semblar que es malgasta molt material, cal recordar dos ítems molt importants: s'han escollit per crear aquesta proposta materials reciclables, lo que afavoriria a un bon tractament dels residus i no un desaprofitament d'aquest i, addicionalment, cal destacar que aquest és únicament un model. No es tracta de cap model definitiu ni de forma de base ni tampoc la seva serigrafia.

Finalment, a mode gràfic per veure quin seria el resultat sobre una superfície de les dues versions realitzades, es mostren les dues següents imatges finals:



Fig. 9.6. Proposta definitiva sobre taula – versió infantil



Fig. 9.7. Proposta definitiva sobre taula – versió adults

10. Pressupost

El pressupost que es farà a continuació es realitzarà en base al model final de la versió d'adults amb les seves mesures que garanteixen l'antropometria i ergonomia del usuari.

Es farà un estudi detallat de les despeses que hi haurien tant en conceptes de salaris d'enginyers i director del projecte, com en altres conceptes com podrien ser: el transport, emmagatzematge, mecanitzat i materials.

Primerament, es disposa el preu per hora que cobraria un enginyer i un assessor i director. Aquest preu unitari varia segons si aquest enginyer i director estan treballant per l'empresa directament i formen part d'aquest projecte o, en cas contrari, es tracta d'un projecte creat aliè a cap empresa. Aquests preus hores, s'han de multiplicar per les hores anuals treballades per trobar el sou brut anual d'aquests.

Enginyer empresa

sou brut anual	preu unitari
€ any	€/h
35.000,00 €	25,00 €

Enginyer projecte

sou brut anual	preu unitari
€ any	€/h
54.000,00 €	60,00 €

Assessor i director empresa

sou brut anual	preu unitari
€ any	€/h
50.000,00 €	35,71 €

Assessor i director projecte

sou brut anual	preu unitari
€ any	€/h
9.000,00 €	100,00 €

Fig. 10.1. Taula amb preu per hora i sou brut anual enginyer + assessor/director

Si es tracta d'un treballador a l'empresa, es considera que les hores treballades seran: 1.400€/any. En cas de l'enginyer del projecte, es prendrà de referència les hores que estan

destinades a la realització del treball de fi de grau. Aquest treball és de 12 crèdits ECTS, i cada crèdit correspon a unes 25h de treball darrera. Com aquest treball dura aproximadament un quadrimestre, es considera que serien unes 300h/quadrimestre, el que faria unes 900h anuals únicament per aquest projecte per part de l'enginyer.

A més a més, el assessor o director del projecte es podria dir que ha treballat unes 30h en el total d'aquest treball quadrimestral, lo que vindria a ser un total de 90h/any.

Per continuar amb el pressupost s'ha de tenir en compte, principalment, els materials i mètodes de mecanitzat amb els que es farà el suport. És per això que es realitza a continuació un desglossament de les parts que componen el suport, amb els seus materials, proveïdors i preus estàndards:

PEÇA	Mides	Proveïdor	Preu 1 unitat
BASE			
Xapa d'alumini	500 x 300 x 9 mm	NexoAcer partner	12,00 €
Xapa d'acer	500 x 300 x 1 mm	NexoAcer	12,00 €
Adhesiu epoxi 2C	30 ml	Servei Estació	2,38 €
NEXE			
Imant	40 x 20 x 5 mm	Supermagnete	7,56 €
Adhesiu UHU Max Repair	20 g	Supermagnete	0,81 €
Impressió nexa 3D	aprox: 78 x 25 x 20 mm	RepRap	5,00 €
POTA			
Xapa d'alumini	350 x 180 x 10 mm	NexoAcer partner	8,00 €
TOTAL			47,74 €

Fig. 10.2. Taula amb peces, mides, proveïdors i preus aproximats per 1 unitat

La base estarà composta per una xapa d'alumini de 9mm de gruix, una xapa d'acer de 1 mm de gruix i una fina capa d'adhesiu epoxi de 2 components amb un preu de 9,5€ el pot (tot i que es considera que per enganxar les dues xapes s'usaria 1 quart en un únic us, aproximadament). Únicament la matèria prima que compona la base dóna un total de 26,38€.

El nexa estarà compost per un imant que té un preu de 1,89€ la unitat. Com cada suport en necessitarà 4 (2 imants per dues inclinacions diferents), això donaria un total de 7,56€ el pack de 4. A més a més, s'usarà un adhesiu especial per imants de Neodimi: UHU Max Repair, comercialitzat principalment per l'empresa alemanya Supermagnete, especialitzada en imants de neodimi. Per acabar, el nexa es fabricarà amb impressió 3D a la universitat (ETSEIB- RepRap). El preu d'aquesta impressió 3D serà molt assequible per les avantatges que dóna ser estudiant de la UPC.

Tot i així, si es comercialitzés el producte, s'hauria de portar a un centre especialitzat extern, fet que doblaria el preu. A més a més, es considera que el preu de la fabricació amb impressió 3D, a partir de les 1.000 unitats, sortiria més econòmic comprar una impressora 3D que fos capaç de dissenyar el nexa. D'aquesta manera únicament hi hauria el cost inicial de compra de la impressora (no massa elevat) i el cost dels materials, molt més econòmic que subcontractar aquesta feina. Així doncs, el preu unitari de la matèria prima per fer el nexa donaria un total de 13,37€.

Finalment, la pota únicament estarà composta d'una xapa d'alumini amb un gruix d'1 mm, amb un preu per la parella de potes de 8€.

Això donaria un preu unitari del material, contant que únicament es compra material per 1 peça, de 47,74€. Aquest preu és molt elevat degut a que únicament és per la construcció d'un prototip. Els preus per una construcció en sèrie disminuirien dràsticament fins arribar a ser un producte que pogués competir amb els existents al mercat (sempre tenint en compte els valors afegits que donarà aquest model de suport).

Per saber el preu unitari tant en transport, emmagatzematge, mecanitzat i materials s'utilitza la següent taula a mode de resum. Per 1 unitat, 500, 1.000 i 10.000 unitats.

En primer lloc cal veure com el preu unitari dels materials correspon al desglossament explicat amb anterioritat (per una única unitat). Ara bé, es considera que els costos d'aquests serien menors en quant es comencessin a fabricar en sèrie totes les peces. És per això que el preu unitari va reduint-se a mesura que s'augmenten les peces fabricades.

El preu unitari de mecanitzat consisteix en el tall làser (tant de la base com les potes) i de la serigrafia que se li aplica a ambdues també. Això, inicialment, amb una fabricació d'una unitat sortiria per 15€ el mecanitzat més 12€ la serigrafia i, d'igual manera que els costos dels materials, anirien disminuint els costos de mecanitzat de forma molt notable degut a la possibilitat de crear una cadena de producció per fer el mecanitzat més ràpid, senzill i econòmic.

El preu d'emmagatzematge està basat en els m^3 que ocupa, de forma general, el suport (separat amb les diferents peces). La base té unes mesures generals de 500 x 300 x 10 mm, la pota unes mides generals (comptant les dues potes juntes) de 350 x 180 x 10 mm i, finalment, el nexa té unes mesures generals de 79 x 28 x 20 mm. Això dona un volum total unitari de $2,2 \cdot 10^{-3} m^3$.

En la realització de una única unitat es considera que els costos d'emmagatzematge són nuls, ja que es poden tenir a una casa particular sense ocupar quasi bé espai. Tot i així, tenint en compte que es considera que el m^3 actualment és d'uns 12€, es fa el càlcul unitari

del preu per cada suport fabricat. Tenint en compte, però, que en quant augmenta l'espai usat, el preu per m^3 es reduirà.

Finalment, el transport es calcula tenint en ment, també, els m^3 que ocupa individualment cada suport. El transport per una unitat es calcula que seria de 5€ pels pocs viatges que es podrien fer amb transport públic fins recollir totes les peces que componen el suport.

Adicionalment, es considera que a partir de les 500 unitats s'hauria de llogar una furgoneta un dia per tal de recollir totes les peces i portar-les fins el lloc d'emmagatzematge. El preu diari per llogar una furgoneta és d'uns 45€, més uns 10€ de benzina al dia, resultarien uns 55€ per un dia de transport.

Amb 500 i 1.000 unitats, no s'arribaria a omplir tota la capacitat del maleter de la furgoneta (d'entre 3 i 4 m^3), és per això que amb un únic dia de transport ja es podria solucionar. Tot i així, amb les 10.000 unitats sí que es considera que sobrepassa notablement la capacitat de la furgoneta. És per això que es creuen necessari 6 dies de transport per poder portar totes aquestes unitats.

UNITATS		1	500	1.000	10.000
Transport					
desplaçaments	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari
n	€	€	€	€	€
	5	0,11	0,055	0,033	
Emmagatzematge					
volum	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari
m3	€	€	€	€	€
	0	0,4911	0,450175	0,40925	
Mecanitzat					
unitats	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari
min	€	€	€	€	€
	27	24	21	18,5	
Material					
unitats	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari	preu unitari
metres lineal	€	€	€	€	€
	47,743	38,1944	33,4201	23,8715	

Fig. 10.3. Taula preus unitaris per: 1, 500, 1.000 i 10.000 unitats

A mode de resum del pressupost del projecte es crea la següent taula, on es mostra les hores treballades per l'enginyer i director del projecte i els costos de producció i logística. Es mostren dues taules per diferenciar, com esmentat al inici d'aquest apartat, les diferències entre treballar en una empresa on s'està duent a terme aquest projecte, o treballar com autònom creant tu el teu propi projecte i oferint els teus serveis a un tercer.

PROJECTE*s'han de tenir en compte tots els conceptes que s'han fet servir en el projecte*

	concepte	proveidor	unitats	preu unitari	total
ENGINYERIA			h	€/h	€
	direcció	director	30	100,00 €	3.000,00 €
	anàlisi	enginyer	60	60,00 €	3.600,00 €
	disseny	enginyer	160	60,00 €	9.600,00 €
	desenvolupament	enginyer	80	60,00 €	4.800,00 €
	total		330		
PRODUCCIÓ					
	materia prima	varis	1	58,88 €	58,88 €
	mecanitzat prototip	varis	1	33,00 €	33,00 €
LOGÍSTICA					
	transport	particular	1	5,00 €	5,00 €
	emmagatzematge	particular	1	5,00 €	5,00 €

EMPRESA*s'han de tenir en compte tots els conceptes que s'han fet servir en el projecte*

	concepte	proveidor	unitats	preu unitari	total
ENGINYERIA			h	€/h	€
	direcció	director	30	35,71 €	1.071,43 €
	anàlisi	enginyer	60	25,00 €	1.500,00 €
	disseny	enginyer	160	25,00 €	4.000,00 €
	desenvolupament	enginyer	80	25,00 €	2.000,00 €
	total		330		
PRODUCCIÓ					
	materia prima	empresa	1	58,88 €	58,88 €
	mecanitzat prototip	empresa	1	33,00 €	33,00 €
LOGÍSTICA					
	transport	empresa	1	5,00 €	5,00 €
	emmagatzematge	empresa	1	5,00 €	5,00 €

Fig. 10.4. Taula comparativa pressupost projecte Empresa-Projecte

Finalment, cal establir el PVD i PVP del model de suport que s'ha creat.

Primerament, cal dir que els preus d'administració, infraestructures, màrqueting i el marge comercial seran nuls en la creació de una única unitat. Això és degut a que aquest únic suport seria la creació d'un prototip, sense tenir el fi intencionat de comercialitzar-lo.

El preu del concepte d'administració sortiria de les hores en les que una persona administrativa hauria de dur a terme la gestió administrativa de cada suport dins la cadena de muntatge. En un inici es considera que el temps invertit en cada unitat és més elevat que quan es troba en una fabricació en cadena, reduint costos de gestió general.

Les infraestructures correspondrien al lloguer de les zones de treball per tots els que treballin en el projecte. No inclourà l'espai d'emmagatzematge ja que el cost d'aquest ja

està comptat al concepte de logística. És per això que es compta que hi ha tres persones treballant en una petita oficina, en el cas de que estiguin treballant en una empresa o estiguin treballant com autònoms externs. Un petit despatx per 3 persones com a màxim resultaria per uns 200€/mes, el que donaria uns 2.400€/any fixes, encara que les unitats de fabricació augmentin.

El màrqueting serà online, mitjançant anuncis a *Google AdWords* i posicionament del producte en front del altres existents al mercat. El pressupost inicial serà de 50€/mes i, a mesura que vagi augmentant la fabricació, s'anirà augmentant aquest pressupost.

El marge comercial, com es veurà a continuació, serà nul pel prototip ja que no es tracta de comercialitzar-lo. Tot i així, a partir de que s'iniciés la fabricació a major escala, el marge comercial seria del 40%, tant per calcular el preu de venda al distribuïdor com el preu de venda al públic.

PVD		<i>es comptabilitzen les dades d'empresa</i>			
	UNITATS	1	500	1.000	10.000
CONCEPTES					
PRODUCCIÓ		74,74 €	31.097,20 €	54.420,10 €	423.715,00 €
LOGISTICA		50,00 €	300,55 €	505,18 €	4.422,50 €
ADMINISTRACIÓ		100,00 €	1.000,00 €	1.500,00 €	10.000,00 €
INFRAESTRUCTURES		50,00 €	2.400,00 €	2.400,00 €	2.400,00 €
MARKETING		- €	600,00 €	720,00 €	840,00 €
MARGE COMERCIAL		109,90 €	14.159,10 €	23.818,11 €	176.551,00 €
PVD unitari		384,64 €	99,11 €	83,36 €	61,79 €
PVP					
		<i>es comptabilitzen les dades d'empresa</i>			
	UNITATS	1	500	1.000	10.000
CONCEPTES					
PVD		384,64 €	49.556,85 €	83.363,39 €	617.928,50 €
MARGE COMERCIAL		- €	19.822,74 €	33.345,35 €	247.171,40 €
PVP unitari		384,64 €	138,76 €	116,71 €	86,51 €

Fig.10.5. Taula amb PVD i PVP del model de suport creat

Aquest preu de venda al distribuïdor i al públic, cal dir que es basa en el model proposat. Es tracta d'un model que utilitza els millors materials possibles analitzant les seves qualitats i especificacions. Tot i així, cal dir que aquest únicament és un model en el que basar-se, ja que l'opció de fer-ho amb altres materials, formes i tècniques de pintura sempre estarà present, podent abaratir, així, el preu final.

11. Comparativa amb estat de l'art

Al inici d'aquest treball, s'ha creat un anàlisi exhaustiu de l'estat de l'art. Aquest estudi ha servit per extreure els conceptes positius dels productes ja existents i poder aprofitar les idees que algú ja ha dut a terme. Addicionalment, s'ha basat en comprovar els punts febles i limitacions d'aquests productes, ja que és aquí on es pot aportar el valor afegit que podria arribar a donar el model de suport creat en aquest treball.

A [l'apartat 3](#) del treball, s'expliquen els conceptes rellevants de, principalment, quatre productes existents. Es parteix d'aquí per trobar gran part de les possibles especificacions i requisits inicials i, de forma general, s'agafen com a idea per poder iniciar el modelatge formal de les diferents propostes.

Així doncs, en aquest darrer apartat, es compararan els artefactes ja existents amb el model proposat en aquest treball per tal de comprovar si les idees inicials s'ha pogut complir i, veure d'aquesta manera, si el model que es presenta tindria cabuda en el mercat.

És important, a l'hora d'entrar a un mercat, saber quins són els teus punts forts comparats amb els productes ja existents. Tot i així, és igual de important saber quines són les limitacions de la teva proposta. Aquesta és l'única manera mitjanament fiable de saber quin pot ser el futur del teu producte dins d'un mercat imprevisible. Es tractarà de veure quins són els valors afegits que pot arribar a proporcionar aquest model proposat i, tanmateix, trobar les seves possibles limitacions per tenir una visió global de en quin punt es troba el producte des d'un inici.

Així doncs, es continua amb aquesta comparativa:

La primera avantatge que comporta aquest model proposat front la resta és la personalització del producte. El concepte de poder escollir, com a usuari, quines formes i estètiques es volen (en cas de voler individualitzar el suport) es considera un valor afegit que cap dels productes existents en el mercat pot complir.

Com s'ha vist a l'estat de l'art, es creia necessari des d'un inici poder ajustar l'alçada i la inclinació. Bé és cert que una part dels productes existents ja tenen aquesta característica, però es troba un valor imprescindible i és per això que el model proposat també ho té.

El fet de que tingui dues potes, que es puguin ajustar a qualsevol posició de la base i que, d'aquesta manera, es puguin posar per la part exterior de les cames i per la part interior, fa que aquest producte sigui totalment flexible i adaptable a les situacions preestablertes. Aquest aspecte pocs artefactes del mercat ho compleixen.

Adicionalment, es tracta d'un suport totalment desmuntable. Es poden separar totes les peces (exceptuant les dues que estan enganxades, que no suposen cap limitació d'espai extra). En els dispositius existents existeixen productes plegables, però cap de desmuntable completament i, molt menys, d'una forma tan senzilla (gràcies a l'ús del concepte innovador dels imants).

Tot i així, com s'ha esmentat al inici d'aquest últim apartat del treball, cal saber i entendre les limitacions del producte. Es podria dir que, una possible limitació podria ser la senzillesa i simplicitat aparent del producte. Tan és així que es pot considerar que la barrera del disseny és molt baixa, ja que l'usuari podria crear ell mateix part del disseny. Fet que es pot estimar com una limitació o un punt fort, donant-li més valor al concepte de DIY ("Do It Yourself").






DISPOSITIUS EXISTENTS			MODEL PROPOSAT	
Foto	Limitacions	Punts forts	Punts forts	Limitacions
	1) No idoni per posar les cames al mig 2) Disseny poc estètic 3) No ajustable (alçada i inclinació)	1) Ventall de gadgets multifuncionals		
	1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Disseny estètic 2) Simplicitat 3) Es podria dividir en dues parts per poder posar les cames al mig	1) Personalitzat 2) Ajustable (alçada i inclinació)	
	1) No multifuncional 2) Disseny poc estètic	1) Disseny pràctic 2) Simplicitat 3) Ventilació 4) Doble pota - ideal per la seva principal funció 5) Ajustable (alçada i inclinació)	3) Adaptable (taula, sofà, cadira i llit) - flexibilitat d'usos 4) Doble pota - el pes no recau sobre les cames (idoni per posar les cames pel mig si necessari) 5) Desmuntable 6) Capacitat de col·locar les potes a qualsevol punt de la base	1) Senzillesa i simplicitat de les peces 2) No inclou ventilació 3) No inclou gadgets multifuncionals 4) Barrera de disseny molt baixa
	1) Disseny poc estètic	1) Simplicitat 2) Plegable 3) Pot incloure gadgets multifuncionals	7) Porta inclòs un concepte innovador en gran ús recentment: imants 8) Estètica	

Fig. 11.1. Taula comparativa amb estat de l'art

Conclusions

El resultat d'aquest estudi és l'inici d'un futur producte a comercialitzar. S'han establert les bases del projecte que són susceptibles a canvis de manera justificada i raonada. Així com també s'ha marcat el pla d'actuació des del principi del treball fins que es duu a terme la fabricació i logística.

Amb tots els estudis realitzats s'ha arribat a un model de solució proposat que compleix amb el requisit principal de compliment amb l'ergonomia i antropometria del usuari. A més a més, aquest model té una sèrie de valors afegits que el fan destacar d'entre totes les propostes estudiades.

S'ha explicat el DIY ("Do It Yourself"), concepte innovador que pot arribar a complir aquesta proposta. Bé és cert que en aquest projecte únicament es mostra un model com a proposta final, però la idea (per complir amb el DIY) es basaria en realitzar diferents dissenys basats en aquest model i que el usuari fos qui escollís quin d'ells vol perquè és el més adient per les seves necessitats.

És en el marc de la fabricació on es pot extreure més profit d'aquest concepte. Existeix, amb aquest model proposat, la possibilitat de fabricar amb un gran rang de materials. Cadascun aporta les seves característiques i especificacions i podria ser l'usuari, doncs, qui escollís quines d'aquestes preferiria.

En darrer terme, cal esmentar que els estudis ergonòmics i antropomètrics únicament han estat basats en les mesures d'un adult (IC 95%). Tot i així es troba interessant estudiar aquests aspectes, més endavant, per diferents targets d'usuaris, per tal de complir amb tots els casos possibles i tenint, així, un gran rang de dissenys amb mesures diferents que s'acoblin d'una perfecta manera a qualsevol usuari que ho requereix-hi.

Bibliografia

- [1] PEDRO R. MONDELO / ENRIQUE GREGORI TORADA / ÓSCAR DE PEDRO GONZÁLEZ / MIGUEL A. GÓMEZ FERNÁNDEZ. *Ergonomía 4. El trabajo en oficinas*. 1a edició.
- [2] JAN DUL / BERNARD WEERDMEESTER. *Ergonomics for Beginners. A Quick Reference Guide*. 3a edició.
- [3] STEPHEN PHEASANT / CHRISTINES M. HASLEGRAVE. *Bodyspace. Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*. 3a edició.
[http://masters.aui.ac.ir/Images/Uploaded Files/Body%20space\[590549\].PDF](http://masters.aui.ac.ir/Images/Uploaded Files/Body%20space[590549].PDF)
- [4] <https://www.supermagnete.es/eng/>
- [5] <http://www.nexoacer.com/>
- [6] <http://www.mwmaterialsworld.com/>
- [7] <https://etseib.upc.edu/ca/serveis/aula-reprap>

ANNEXES

DISPOSITIUS EXISTENTS				
nº	Link	Foto	Limitacions	Punts forts
1	http://tiendas.mecamarkt.es/p/soporte-paraportatil-...		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Ventilació 2) Lleugeresa 3) Disseny (simplicitat i sutilesa)
2	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0hIKFwAA		1) Disseny poc estètic 2) No multifuncional	1) El pes recau sobre un suport aliè - taula/sofa
3	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahIKFwAA		1) Disseny poc estètic 2) No multifuncional	1) Disseny pràctic 2) Doble pota - ideal per la seva principal funció
4	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahIKFwAA		1) No útil per a portàtil 2) No multifuncional 3) No idoni per posar les cames al mig	1) Suport entre les cames 2) Disseny estètic
5	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKFwAA		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Disseny estètic 2) Simplicitat
6	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKFwAA		1) No idoni per posar les cames al mig 2) Disseny poc estètic 3) No ajustable (alçada i inclinació)	1) Ventall de gadgets multifuncionals
7	https://www.google.es/url?sa=i&src=source&images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKFwAA		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Disseny triangular i estètic

8	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=&url=http%3A%2F%2Fwww.wo		<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny poc estètic 2) No multifuncional 3) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Simplicitat
9	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0a		<ol style="list-style-type: none"> 1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny estètic 2) Simplicitat
10	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0a		<ol style="list-style-type: none"> 1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny estètic 2) Simplicitat
11	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewIHwrc6x01XP		<ol style="list-style-type: none"> 1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny estètic 2) Simplicitat 3) Es podria dividir en dues parts per poder posar les cames al mig
12	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewipsPfkGLXPA		<ol style="list-style-type: none"> 1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny pràctic 2) Multifuncional - amb algunes mancances
13	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewiX2		<ol style="list-style-type: none"> 1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny estètic 2) Simplicitat 3) Es podria dividir en dues parts per poder posar les cames al mig
14	https://www.google.es/url?sa=i&source=images&cd=cad=rja&uact=8&ved=0ahUKewiX2		<ol style="list-style-type: none"> 1) No ajustable (alçada) 2) No multifuncional 3) No idoni per posar les cames al mig 4) No inclou suport per portàtil 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Disseny estètic 2) Simplicitat

15	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjfhfnBgrXPAh...		1) No multifuncional 2) Disseny poc estètic	1) Disseny pràctic 2) Simplicitat 3) Ventilació 4) Doble pota - ideal per la seva principal funció 5) Ajustable (alçada i inclinació)
16	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwigqu6jl7fPAhWCRWOK...		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig	1) Disseny estètic 2) Simplicitat
17	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiPgODGmbfPAhII...		1) El pes recau sobre les cames 2) No ajustable (alçada i inclinació) 3) No multifuncional 4) No idoni per posar les cames al mig 5) No originalitat	1) Simplicitat 2) Preu
18	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjMtNmmmfP...		1) Disseny poc estètic	1) Simplicitat 2) Plegable 3) Pot incloure gadgets multifuncionals
19	https://www.google.es/url?sa=i&rct=j&q=&esrc=s&source=images&cd=&ved=		1) Disseny poc estètic 2) Ocupa un volum molt gran	1) Disseny pràctic 2) Originalitat 3) Multifuncional